This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

PROPERTY OF THE
University of Michigan Libraries
1817
ARTES SCIENTIA VERITAS

INTERNATIONALE

WISSENSCHAFTLICHE BIBLIOTHEK.

I. BAND.

Wolkenfahne der Aiguille du Dru.

DAS WASSER

IN SEINEN FORMEN

ALS

WOLKEN UND FLÜSSE, EIS UND GLETSCHER.

VON

JOHN TYNDALL,

PROFESSOR DER NATURWISSENSCHAFTEN AN DER ROYAL INSTITUTION IN LONDON.

MIT 26 ABBILDUNGEN IN HOLZSCHNITT.

AUTORISIRTE AUSGABE.

LEIPZIG:

F. A. BROCKHAUS.

1873.

QE
576
.T9885
1873

Forms of water

Das Recht der Uebersetzung ist vorbehalten.

VORWORT.

Nach einer Abwesenheit von zwölf Jahren besuchte ich die Mer de Glace im vergangenen Juni. Sie zeigte in auffallender Weise einen Mehrverbrauch gegenüber der Zufuhr, welcher, wenn es so fortgeht, die schweizer Gletscher zu blossen Gespenstern ihres frühern Selbst macht. Als ich die Mer de Glace zuerst sah, ragten ihre Eiszacken über Les Mottets empor und ein Arm des Arveiron, der aus den Eiszacken entspringt, stürzte als ein gewaltiger Wasserfall über die Felsen. Das Eis ist jetzt weit hinter ihnen zurückgewichen. Eine mächtige Moräne, welche vom zurückweichenden Gletscher zurückgelassen worden ist, wird noch eine Zeit lang seine frühere Grösse bezeichnen. Das Gewölbe des Arveiron hat bedeutend abgenommen. Der Weg zum Chapeau hinauf liegt auf der Höhe einer Seitenmoräne, welche einige Jahre früher von der Oberfläche des Gletschers erreicht wurde; die jetzige

255084

Oberfläche liegt viel tiefer. Das sichtbare und fortdauernde Zurückweichen von den Moränen, welche auf diese Weise an dem Bergabhange gestrandet sind, erklärt die Abwesenheit alter Spalten an denjenigen Bergstellen, wo die Abhänge steil sind. Der Eisfall des Géant hat viel durch die allgemeine Abnahme gelitten. Seine Risse sind noch immer fürchterlich, aber die Eisriffe und Spalten der frühern Zeiten sind nur noch spärlich vorhanden.

Der grosse Aletsch und seine Nachbarn zeigen ähnliche Beweise von Abnahme. Ich fand ausserdem in diesem Jahre, dass die beiden alten, in Satz 364 erwähnten Moränen Theile derselben grossen Seitenmoräne sind, welche den Gletscher eine lange Zeit hindurch begrenzte, während welcher seine Grösse sich wirklich gleich geblieben sein muss. Der Platz, der von dem alten Eisfluss eingenommen wurde, ist deutlich sichtbar durch diese wohlerhaltene Grenze.

Während meines Aufenthalts auf der Bel-Alp in diesem Jahre ereignete sich eine Katastrophe, welche für jetzt die in §. 50 gegebene Beschreibung des Märgelinsees unzutreffend macht. In Begleitung zweier junger Freunde war ich den Gletscher hinuntergestiegen und durch den Schlund des Massa hindurchgegangen. Bei unserer Rückkehr nach Bel-Alp fanden wir die Dienstboten des Hotels aus den

Fenstern herausgelehnt und aufgeregt nach dem Gletscher hinblickend. Von diesem ging ein Geräusch aus, welches dem Rauschen eines Wasserfalles glich. Die Leute meinten, der Märgelinsee müsste durchgebrochen sein. Das war auch der Fall. Eine Zeit lang jedoch floss das Wasser unterhalb des Gletschers; aber an einer Stelle ungefähr in der Mitte zwischen Bel-Alp und dem Aeggischhorn brach es nach der Aegischhornseite hervor und bildete einen Strom zwischen dem Gletscher und dem Bergabhang. An einigen Stellen war dieser Fluss mehr als 60 Ellen breit, an andern zog er sich zu weniger als einem Fünftel dieser Breite zusammen. Unterbrochene Wasserfälle von ausserordentlicher Höhe wurden durch aufeinanderfolgende vorstehende Eisränder gebildet; der Strom sprang mit unbeschreiblicher Heftigkeit von Rand zu Rand, indem er Wasserstaub in die Luft sprühte. An einer Stelle war der Grund des Stromes tiefer, weicher Sand, welcher, wie man nach Abfluss des Wassers sehen konnte, durch die wirbelnden Strudel über ihm zu grossen Trichtern geformt wurde.

Bald nachdem wir bei der eben berichteten Gelegenheit Bel-Alp erreicht hatten, erschien die Vorderseite des Stromes auf der gegenüberliegenden Seite des Thales, indem er alles Bewegliche vor sich hin trieb, und unmittelbar darauf fegte er durch den Hohlweg, den wir kurz vorher am selben Tage

durchschritten hatten. Am Ende des Gletschers war ich von der Stärke und dem Umfange des Massa und von der Grösse seines Gewölbes überrascht gewesen, aber ich konnte mir nicht die ungeheuern Eisblöcke, welche er andauernd herniederführte, erklären. Unzweifelhaft war der Ausbruch oben theilweise erfolgt, ehe der grosse Sturz begann. Die Rhône war bedeutend angeschwollen und hatte Ernten beschädigt oder verdorben, und der Führer des Postwagens war äusserst bestürzt, als er sich auf der öffentlichen Landstrasse ohne irgendeinen sichtbaren Grund in drei Fuss hohem Wasser befand. Zwei oder drei Tage später erfuhr ich auf dem Aeggischhorn, dass ein Ingenieur hinaufgeschickt worden war, um über die Möglichkeit, einen Kanal zu eröffnen, Bericht zu erstatten, damit irgendeine zukünftige Ansammlung von Wasser im Märgelinsee verhütet werde. Wenn dies geschieht, so wird ein nützlicher Zweck erreicht werden, jedoch auf Kosten einer der grössten Schönheiten der Schweiz.

September 1872.

J. TYNDALL.

INHALT.

Seite

Vorwort v

§. 1. Wolken, Regen und Flüsse 1
§. 2. Flüsse, die aus Gletschern entspringen 7
§. 3. Die Lichtwellen 9
§. 4. Die Wärmewellen, welche den Dampf unserer Atmosphäre erzeugen und unsere Gletscher schmelzen 13
§. 5. Versuche, welche die vorhergehenden Behauptungen beweisen 16
§. 6. Verdunstung des Meerwassers 22
§. 7. Tropischer Regen 27
§. 8. Die Gebirge als Verdichter 32
§. 9. Gefüge des Schnees 35
§. 10. Atomische Pole 40
§. 11. Bau des Eises auf Landseen 41
§. 12. Die Quelle des Arveiron. Eisspitzen, Thürme und Klüfte des Gletschers des Bois. Weg auf den Montanvert 45
§. 13. Die Mer de glace und ihre Quellen. Unsere erste Besteigung bis zur Schlucht 51
§. 14. Eiswasserfall und Schneefelder auf dem Col du Géant 54
§. 15. Die Gletscherfrage 56
§. 16. Zweige und Mittelmoränen der Mer de Glace von der Kluftstation 60

Seite

§. 17. Die Talèfre und der Jardin. Arbeit zwischen den Spalten 61
§. 18. Die ersten Fragen über die Bewegung der Gletscher. Verschiebung von Gegenständen, welche in einer Spalte begraben werden 64
§. 19. Die Bewegung der Gletscher. Messungen von Hugi und Agassiz. Treiben von Hütten auf dem Eis 69
§. 20. Genaue Messungen von Agassiz und Forbes. Beweis der Aehnlichkeit der Gletscherbewegung mit der Bewegung der Flüsse 71
§. 21. Der Höhenmesser und seine Anwendung. Unsere eigenen Messungen 73
§. 22. Bewegung der Mer de Glace 77
§. 23. Ungleiche Bewegung der beiden Seiten der Mer de Glace 83
§. 24. Vermuthung einer neuen Aehnlichkeit der Gletscherbewegung mit der Bewegung der Flüsse. Prüfung dieser Vermuthung 85
§. 25. Neues Gesetz der Gletscherbewegung 90
§. 26. Bewegung der Achse der Mer de Glace. 92
§. 27. Bewegung der Nebengletscher 93
§. 28. Bewegung des Gletschers an der Oberfläche und an der Bodenfläche 95
§. 29. Seitliche Pressung eines Gletschers 96
§. 30. Pressung eines Gletschers der Länge nach . . . 98
§. 31. Schieben und Fliessen. Hartes und weiches Eis . 101
§. 32. Winter auf der Mer de Glace 103
§. 33. Bewegung der Mer de Glace im Winter 109
§. 34. Bewegung des Grindelwald- und des Aletschgletschers 110
§. 35. Bewegung des Morteratschgletschers 112
§. 36. Entstehung einer Spalte; Betrachtungen 115
§. 37. Eiszapfen 117
§. 38. Der Bergschrund 120
§. 39. Querspalten 122
§. 40. Randspalten 124
§. 41. Längenspalten 129

Seite

§. 42. Wie sich die Spalten zur Krümmung der Gletscher verhalten 130
§. 43. Moränefirsten, Gletschertische und Sandkegel . . 132
§. 44. Die Gletschermühlen (Moulins) 137
§. 45. Die Veränderungen des Wasserumfangs bei Wärme und Kälte 140
§. 46. Folgen, welche aus den eben beschriebenen Eigenthümlichkeiten des Wassers entstehen. Verbesserung von Irrthümern 145
§. 47. Der Molecularvorgang der Wassergefrierung . . . 149
§. 48. Die Schmuzstreifen der Mer de Glace 151
§. 49. See-Eis und Eisberge 156
§. 50. Das Aeggischhorn, der Märgelinsee und seine Eisberge 161
§. 51. Die schöne Alp (Bel-Alp) 164
§. 52. Der Riffelberg und Görnergletscher. 166
§. 53. Vormalige Gletscher der Schweiz. 171
§. 54. Erratische Blöcke 175
§. 55. Vormalige Gletscher in England, Irland, Schottland und Wales 177
§. 56. Die Eiszeit 180
§. 57. Gletschertheorien 183
§. 58. Ausdehnungs- und Gleitungstheorien 184
§. 59. Plastische Theorie 185
§. 60. Die Theorie von der Zähigkeit des Eises 191
§. 61. Wiedergefrierungstheorie 194
§. 62. Ursache der Wiedergefrierung 198
§. 63. Faraday's Ansicht von der Wiedergefrierung. . . 204
§. 64. Die blauen Adern der Gletscher 209
§. 65. Zusammenhang zwischen Aederung und Druck. . 218
§. 66. Schieferspaltung und Gletscherblätterungen . . . 223
§. 67. Schluss 227

VERZEICHNISS DER ABBILDUNGEN.

Wolkenfahne der Aiguille du Dru (*Titelbild*) zu S. 34 und 106.

Seite

Schneekrystalle 38
Flüssige Blumen im See-Eis 44
Quelle des Arveiron 46
Eispinnakel 48
Die Mer de glace mit dem Mont Tacul und der Grande Jorasse und der Kluft oberhalb von Trélaporte zur Rechten 50
Skizze der Moränen a, b, c, d, e der Mer de glace . . . 59
Eisspalte auf dem Grand Plateau 67
Umrissplan der Mer de Glace und ihrer Nebengletscher, mit Angabe der gemessenen Linien 80
Skizze der Moränen a, b, c, d, e der Mer de glace . . . 99
Mit Schnee bedeckte Fichte 105
Bogenförmige Bewegung der Eismassen 127
Skizze bogenförmiger Spalten: der Gletscher bewegt sich von links nach rechts 129
Dehnung des Eises auf dem Montanvert 131
Gletschertisch der Mer de Glace 135
Schematische Darstellung eines Gletschertisches und seiner Neigung nach Süden. 136
Schmuzstreifen der Mer de Glace 152
Das Ende der Schmuzstreifen am Chapeau 153
Oberer Theil der Schmuzstreifen vom Eisfall bis Trélaporte 155

Seite
Eisberg des nördlichen Polarmeeres 160
Eisberg des Glacier des Bossons 160
Der Görnergletscher mit dem Monte-Rosa in der Entfernung und dem Riffelhorn zur Linken 169
Durchschnitt eines Eisfalls und des Gletschers unter ihm, den Ursprung des geäderten Baues aufweisend . . . 214
Bänderung und Schichtung auf dem Aletschgletscher . . 215
Aederung und Schichtung auf dem Furkagletscher . . . 217
Wirkung des Drucks der Eisbewegung 221

§. 1. Wolken, Regen und Flüsse.

1. Jeder Erscheinung in der Natur gehen andere vorher, welche ihre Ursachen bilden, und folgen andere, welche ihre Wirkungen sind. Der menschliche Geist begnügt sich nicht mit der Beobachtung und der Untersuchung irgendeines natürlichen Vorganges allein, sondern wünscht jede natürliche Thatsache in Verbindung zu bringen mit dem, was vorhergegangen ist, und mit dem, was folgen wird.

2. So wird, wenn wir auf die Untersuchung von Flüssen und Gletschern eingehen, unsere Theilnahme sehr vermehrt werden, wenn wir nicht nur ihre gegenwärtigen Erscheinungen, sondern auch ihre Ursachen und Wirkungen ins Auge fassen.

3. Lassen Sie uns einen Fluss bis zu seiner Quelle verfolgen. Beginnen wir da, wo er sich in die See ergiesst, und verfolgen ihn rückwärts, so finden wir, dass sich ihm von Zeit zu Zeit Nebenflüsse zugesellen, welche sein Wasser anschwellen. Der Fluss wird selbstverständlich hinter jedem solcher Nebenflüsse kleiner. Er schrumpft zuerst zu einem Flüsschen, dann zu einem Bach zusammen; dieser theilt sich

wiederum in eine Anzahl kleinerer Bächlein, die dann in kleinen Wasserfäden endigen. Letztere bilden die Quelle des Flusses und werden gewöhnlich zwischen Bergen gefunden.

4. So hat der Severn seine Quelle in den Bergen von Wales; die Themse in den Cotswold-Hügeln; die Donau in den Bergen des Schwarzwaldes; der Rhein und die Rhône in den Alpen; der Ganges im Himalaja; der Euphrat nahe dem Berge Ararat; die Garonne in den Pyrenäen; die Elbe im Riesengebirge; der Missouri im Felsengebirge und der Amazonenstrom in den Anden von Peru.

5. Es ist aber ganz klar, dass wir bisjetzt noch nicht den wirklichen Anfang der Flüsse erreicht haben. Woher entlehnen die allerersten Bächlein ihr Wasser? Ein kurzer Aufenthalt in den Bergen würde Ihnen beweisen, dass sie vom Regen gespeist werden. Bei trockenem Wetter würden Sie die Bäche schwach, zuweilen sogar ganz ausgetrocknet finden. Bei nassem Wetter würden Sie reissende Ströme in ihnen sehen. Gewöhnlich verlieren sich diese Bäche als kleine Wasserfäden auf den Bergabhängen; aber zuweilen können Sie einen Fluss bis zu einer wirklichen Quelle verfolgen. Der Fluss Albula in der Schweiz z. B. stürzt bei seinem Ursprung in bedeutendem Umfang von einem Bergabhang. Aber Sie werden sich bald überzeugen, dass auch solche Quellen vom Regen gespeist werden, welcher durch die Felsen oder den Boden hindurchgesickert ist und welcher durch irgendeine

Oeffnung, die er gefunden oder gebildet hat, an das Licht des Tages kommt.

6. Aber wir können hier nicht endigen. Woher kommt der Regen, welcher die Bergbäche bildet? Beobachtung wird Sie in den Stand setzen, diese Frage zu beantworten. Regen fällt nicht aus klarem Himmel. Er kommt aus Wolken. Aber was sind Wolken? Gibt es nichts Ihnen Bekanntes, dem sie ähnlich sind? Sie entdecken sogleich eine Aehnlichkeit zwischen ihnen und dem verdichteten Dampf einer Locomotive. Bei jedem Stoss der Maschine wird eine Wolke in die Luft geschleudert. Beobachten Sie die Wolke genau: Sie bemerken, dass sie sich erst in einer kleinen Entfernung von der Kappe des Schornsteins bildet. Geben Sie genau Acht und Sie werden zuweilen einen vollkommen klaren Raum zwischen dem Schornstein und der Wolke sehen. Durch diesen klaren Raum muss dasjenige, was die Wolke bildet, hindurchgehen. Was ist denn nun das Ding, das in einem Augenblick durchsichtig und unsichtbar ist und im nächsten Augenblick sichtbar wie eine dicke undurchsichtige Wolke wird?

7. Es ist der Wasserdampf aus dem Dampfkessel. Innerhalb dieses Kessels ist der Dampf durchsichtig und unsichtbar; um ihn aber in diesem unsichtbaren Zustande zu erhalten, ist eine ebenso grosse Hitze erforderlich wie diejenige in dem Kessel. Wenn der Dampf sich mit der kalten Luft oberhalb des heissen Schornsteins vermischt, hört er

auf Dampf zu sein. Jeder Theil des Dampfes schrumpft durch die Abkühlung zu einem viel kleinern Theilchen Wasser zusammen. Die so entstandenen flüssigen Theilchen bilden eine Art Wasserdunst von ausserordentlicher Feinheit, welcher in der Luft schwimmt und eine Wolke genannt wird.

8. Beobachten Sie die Wolkenfahne, die von dem Schornstein einer fahrenden Locomotive ausgeht; Sie sehen sie allmählich weniger dicht werden. Zuletzt zerschmilzt sie vollständig, und wenn Sie Ihre Beobachtungen fortsetzen, so kann es Ihnen nicht entgehen, dass die Schnelligkeit ihres Verschwindens von der Beschaffenheit des Tages abhängt. Bei feuchtem Wetter hängt die Wolke lange und träge in der Luft; bei trockenem Wetter ist sie schnell aufgesogen. Was ist aus ihr geworden? Sie ist wieder umgewandelt worden in wirklichen unsichtbaren Dampf.

9. Je trockener und je heisser die Luft ist, desto grösser ist die Menge von Wolken, welche auf diese Art in ihr aufgelöst werden können. Wenn die Wolke zuerst entsteht, ist ihre Menge viel grösser als die Luft in einem unsichtbaren Zustande erhalten kann. Aber wenn sich die Wolke allmählich mit einer grössern Menge Luft vermischt, so wird sie mehr und mehr aufgelöst und geht zuletzt ganz und gar aus dem Zustand einer fein vertheilten Flüssigkeit in denjenigen eines durchsichtigen Dampfes oder Gases über.

10. Machen Sie den Deckel eines Theekessels luftdicht und gestatten Sie dem Dampf aus der Röhre zu entweichen, so wird eine Wolke ausgestossen werden, welche in jeder Beziehung derjenigen aus dem Schornstein einer Locomotive ähnlich ist.

11. Gestatten Sie dem Dampf, wenn er aus der Röhre ausströmt, durch eine Spiritusflamme zu gehen, so wird die Wolke augenblicklich von der Hitze aufgelöst und nicht wieder niedergeschlagen. Mit einem eigens dazu gefertigten Kessel und Rohr kann man das Experiment schlagender machen, aber nicht lehrreicher als mit dem gewöhnlichen Kessel.

12. Betrachten Sie Ihre Schlafzimmerfenster, wenn das Wetter draussen sehr kalt ist; sie strömen dann zuweilen über von Wasser, das aus der Verdichtung des wässerigen Dampfes Ihrer eigenen Lungen herstammt. Die Fenster von Eisenbahnwagen zeigen im Winter diese Verdichtung noch auf schlagendere Weise. Giessen Sie kaltes Wasser in ein trockenes Trinkglas an einem Sommertage: die äussere Oberfläche wird augenblicklich getrübt werden durch den Niederschlag von Feuchtigkeit. An einem warmen Tage bemerken Sie keinen Hauch vor Ihrem Munde, aber an einem kalten Tage bilden Sie eine kleine Wolke, welche von der Verdichtung des Wasserdampfes der Lungen herrührt.

13. Sie können in einem Ballsaal beobachten, dass, solange die Thüre und Fenster geschlossen sind und das Zimmer heiss ist, die Luft klar bleibt;

aber wenn die Thüren oder Fenster geöffnet werden, wird eine Trübung sichtbar, welche durch den Niederschlag des wässerigen Dampfes des Ballsaales in Form von Nebel verursacht wird. Wenn das Wetter intensiv kalt ist, so kann der Eintritt von frischer Luft sogar Schneefall verursachen. Dies wurde in russischen Ballsälen beobachtet; und auch in den unterirdischen Ställen zu Erzerum, wenn die Thüren geöffnet werden und der kalten Morgenluft der Eintritt gestattet ist.

14. Selbst am trockensten Tage fehlt dieser Dampf nie in unserer Atmosphäre. Der Dampf, welcher in der Luft dieses Zimmers aufgelöst ist, kann in Ihrer Gegenwart in Reif verwandelt werden. Dieses geschieht dadurch, dass man eine Schüssel mit einer Mischung von gestossenem Eis und Salz füllt, welche kälter ist als Eis allein, und welche daher den wässerigen Dampf verdichtet und gefrieren macht. Die Oberfläche der Schüssel wird zuletzt mit einem gefrorenen Pelz bedeckt sein, welcher so dick ist, dass er abgekratzt und zu einem Schneeball geformt werden kann.

15. Um die Wolke zu erzeugen in dem Fall der Locomotive und des Wasserkessels, ist Hitze nothwendig. Wir verwandeln das Wasser zuerst durch Erwärmung in Dampf, und dann den Dampf durch Abkühlung in eine Wolke. Gibt es irgendein Feuer in der Natur, welches die Wolken unserer Atmosphäre erzeugt? Ja, es gibt ein solches: das Feuer der Sonne.

16. So gelangen wir, indem wir unsern Fluss von seinem Ende bis zu seinen wirklichen Anfängen rückwärts verfolgen, ohne irgendeine Unterbrechung in der Kette der Vorgänge, zuletzt zur Sonne.

§. 2.

17. Es gibt jedoch Flüsse, deren Quellen etwas verschieden sind von denen der eben erwähnten. Sie haben nicht ihren Ursprung in Wasser, welches von einem Bergabhang heruntersickert, noch kann man sie bis zu einer Quelle verfolgen. Gehen Sie z. B. an die Mündung der Rhône und verfolgen Sie sie rückwärts bis Lyon, wo sie nach Osten umbiegt. Biegen Sie um Chambéry herum, so kommen Sie zuletzt an den Genfersee, aus welchem der Fluss herauskommt und welchen Sie geneigt sein könnten für die Quelle der Rhône zu halten. Aber gehen Sie an das andere Ende des Sees, da werden Sie finden, dass die Rhône dort eintritt, und dass der See in Wirklichkeit eine Art Ausbreitung des Flusses ist. Verfolgen Sie diesen aufwärts; Sie finden, dass schmälere Flüsse von rechts und links ihm zulaufen. Ueberschreiten Sie diese und setzen Ihre Reise noch höher hinauf fort. Zuletzt kommen Sie zu einer unermesslichen Eismasse — das Ende eines Gletschers —, welche das Rhônethal ausfüllt, und aus dem Fusse des Gletschers entspringt der Fluss. So finden Sie im Rhônegletscher die Quelle des Rhôneflusses.

18. Aber wiederum haben wir nicht den wahren Anfang des Flusses erreicht. Sie werden sich bald überzeugen, dass dieses erste Wasser der Rhône aus dem Schmelzen des Eises entstanden ist. Sie besteigen den Gletscher und gehen auf ihm weiter. Nach einer Weile verschwindet das Eis, und Sie gelangen auf Schnee. Wenn Sie ein geübter Bergsteiger sind, so können Sie bis zu der wirklichen Spitze dieses grossen Schneefeldes gehen, und wenn Sie die Spitze übersteigen und an der andern Seite hinabgehen, so hört der Schnee zuletzt auf, und Sie gelangen auf einen andern Gletscher, Trift genannt, aus dessen Fuss ein kleinerer Fluss als die Rhône entspringt.

19. Sie ersehen bald, dass der Bergschnee den Gletscher ernährt. Durch das eine oder andere Mittel wird der Schnee in Eis verwandelt. Aber woher kommt der Schnee? Wie der Regen kommt er aus den Wolken, welche wir bis zu ihrem Ursprung als Dampf, der von der Sonne hervorgerufen wird, verfolgen können. Ohne das Sonnenfeuer könnten wir keinen atmosphärischen Dampf haben, ohne Dampf keine Wolken, ohne Wolken keinen Schnee und ohne Schnee keine Gletscher. So sonderbar auch diese Schlussfolge klingen mag, so können wir doch sagen, das kalte Eis der Alpen hat seinen Ursprung in der Hitze der Sonne.

§. 3. Die Lichtwellen.

20. Aber was ist die Sonne? Wir kennen ihre Grösse und ihr Gewicht. Wir wissen auch, dass sie ein Feuerball ist, der viel heisser ist als irgendein Feuer auf der Erde. Aber wir kommen jetzt zu einer andern Frage. Wir wollen bestimmt erfahren, was unter Sonnenlicht und Sonnenhitze verstanden wird; auf welche Weise theilen sie sich unsern Sinnen mit; durch welche Mittel gelangen sie von der Sonne auf die Erde, und wie bringen sie hier die Wolken unserer Atmosphäre hervor und legen damit den Grund zu unsern Flüssen und Gletschern?

21. Wenn Sie in einem dunkeln Zimmer Ihre Augen schliessen und mit dem Finger auf das Augenlid drücken, so wird ein Lichtkreis gegenüber dem gedrückten Punkte sichtbar werden, während ein starker Schlag auf das Auge den Eindruck eines Feuerscheines macht. Es gibt einen Nerven, der besonders den Zwecken des Sehens gewidmet ist und der aus dem Gehirn an die hintere Seite des Auges gelangt und sich hier in feine Fasern theilt, welche zu einer Art von Schirm, Retina oder Netzhaut genannt, zusammengewebt sind. Die Netzhaut kann auf verschiedene Art erregt werden, um die Lichtempfindung zu erzeugen; sie kann, wie wir gesehen haben, durch die rohe mechanische Wirkung eines Schlags auf das Auge erregt werden.

22. Ein gesundes Auge erzeugt keine Lichtempfindung aus sich selbst. Um Sehen zu erzeugen, muss die Netzhaut durch irgendetwas von aussen Kommendes erregt werden. Was ist dieses? Auf irgendeine Art haben leuchtende Körper die Eigenschaft, die Netzhaut zu erregen, aber wie?

23. Man hat lange Zeit vermuthet, dass von solchen Körpern eine unbegreiflich feine Materie mit unbegreiflicher Geschwindigkeit ausginge, welche durch den Raum fliege, durch die Poren, die man in den Feuchtigkeiten des Auges vermuthete, hindurchdränge, hinten die Netzhaut erreiche und durch ihren Stoss gegen die Netzhaut die Lichtempfindung hervorrufe.

24. Diese Theorie, welche von den grössten Männern, unter andern auch von Sir Isaak Newton, angenommen wurde, war ausreichend, um eine grosse Zahl der Lichterscheinungen zu erklären, aber sie war nicht ausreichend, alle zu erklären. Als die Geschicklichkeit und Kenntniss der Forscher wuchs, wurden grosse Klassen von Thatsachen entdeckt, welche nur dadurch erklärt werden konnten, dass man annahm, das Licht würde erzeugt nicht durch eine feine Masse, welche durch den Raum fliegt und die Netzhaut trifft, sondern durch den Stoss von winzig kleinen Wellen gegen die Netzhaut.

25. Tauchen Sie Ihren Finger in eine Wanne mit Wasser und lassen Sie denselben dann schnell hin- und herschwingen. Von dem Punkte der Stö-

rung gehen kleine Wellen aus, welche vom Wasser weitergetragen werden und welche zuletzt an die Wanne anschlagen. Hier haben Sie in dem sich bewegenden Finger die Quelle der Erregung; in dem Wasser haben Sie ein Zuführungsmittel, durch welches die Bewegung des Fingers übertragen wird, und Sie haben endlich die Wand der Wanne, welche den Stoss der kleinen Wellen empfängt.

26. In ähnlicher Weise haben Sie nach der Wellentheorie des Lichts eine Quelle der Bewegung in den schwingenden Atomen oder kleinsten Theilchen des leuchtenden Körpers; Sie haben ein Hülfsmittel der Uebertragung in einem Stoffe, welcher, wie man annimmt, überall im Raum vertheilt und auch in den Feuchtigkeiten des Auges verbreitet ist; und endlich haben Sie die Netzhaut, welche die aufeinanderfolgenden Stösse der Wellen empfängt. Man nimmt an, dass diese Stösse die Lichtempfindung verursachen.

27. Wir haben es hier zum grössten Theil nur mit Vermuthungen und Voraussetzungen zu thun. Wir haben nie die Atome eines leuchtenden Körpers noch ihre Bewegungen gesehen. Wir haben nie das Medium, welches ihre Bewegungen überträgt, noch die Wellen dieses Mediums gesehen. Wie kommen wir denn dazu, ihr Dasein anzunehmen?

28. Ehe ein solcher Gedanke im menschlichen Geiste Wurzel fassen konnte, musste er durch Be-

obachtungen und Berechnungen der gewöhnlichen Wellenbewegung gut geschult und vorbereitet sein. Es war nothwendig zu wissen, wie Wasserwellen und Schallwellen entstehen und fortgepflanzt werden. Es war vor allen Dingen nothwendig zu wissen, wie Wellen, welche durch dasselbe Medium gehen, aufeinander einwirken. So unterwiesen war der Geist vorbereitet, um irgendeine Aehnlichkeit zwischen der Thätigkeit des Lichts und jener der Wellen zu entdecken. Grosse Klassen optischer Erscheinungen zeigten sich demgemäss, welche auf die vollständigste und befriedigendste Weise erklärt werden konnten, wenn man annahm, dass sie von Wellen herrührten, und welche auf keine andere Weise erklärt werden konnten. Durch ihre Fähigkeit, alle Lichterscheinungen zu erklären, ist die Wellentheorie von seiten der wissenschaftlichen Leute allgemein angenommen worden.

Gestatten Sie mir ein Gleichniss anzuführen. Wir schliessen aus den Feuersteinwerkzeugen, welche unlängst in solcher Menge in England und andern Gegenden gefunden worden sind, dass sie von Menschen verfertigt worden waren, und auch dass die Pyramiden in Aegypten von Menschen erbaut sind, weil, soweit unsere Erfahrung reicht, nur Menschen dergleichen Werkzeuge bilden und solche Pyramiden bauen konnten. In gleicher Weise schliessen wir von der Erscheinung des Lichts auf die Thätigkeit von Wellen, weil, so-

weit unsere Erfahrung reicht, keine andere Thätigkeit diese Erscheinung erzeugen könnte.

§. 4. Die Wärmewellen, welche den Dampf unserer Atmosphäre erzeugen und unsere Gletscher schmelzen.

29. Somit habe ich Ihnen im allgemeinen die Vorstellung entwickelt, wonach das Licht als eine Folge von Wellenbewegungen angesehen wird, und die Gründe, welche zu dieser Vorstellung geführt haben; aber wir müssen noch weiter gehen und die Vorstellung bis in einige ihrer Einzelheiten verfolgen. Wir haben alle schon Wasserwellen gesehen und wissen, dass sie von verschiedener Grösse sind — verschieden in Länge und verschieden in Höhe. Wenn man Ihnen daher sagt, dass die Atome der Sonne und fast aller leuchtenden Körper auf verschiedene Art schwingen und Wellen von verschiedener Grösse erzeugen, so wird Sie Ihre Kenntniss der Wasserwellen in den Stand setzen, sich eine ziemlich klare Vorstellung von dem, was gemeint ist, zu bilden.

30. Wie oben bemerkt, haben wir nie die Lichtwellen gesehen, aber wir schliessen aus ihren Wirkungen auf ihr Vorhandensein, ihre Stellung und ihre Grösse. Auch ihre Länge ist bestimmt worden, und man hat gefunden, dass sie zwischen $^1/_{30000}$ und $^1/_{60000}$ eines Zolls schwankt.

31. Aber ausser jenen, welche Licht erzeugen, entsendet die Sonne fortwährend eine Unzahl Wel-

len, welche kein Licht erzeugen. Die grössten Wellen, welche die Sonne entsendet, leuchten nicht, doch haben sie die höchste Wärmekraft.

32. Ein gewöhnlicher Sonnenstrahl enthält Wellen jeder Gattung; aber man kann den Strahl durchsieben oder zerlegen, sodass alles Licht zurückgehalten und nur der dunkeln Wärme gestattet wird, ungehindert hindurchzugehen. Es sind Stoffe entdeckt worden, welche durchaus undurchsichtig für die Lichtwellen und fast ganz durchsichtig für die andern Wellen sind. Andererseits ist es möglich, durch Anwendung geeigneter Stoffe in einem hohen Grade die reinen Wärmewellen zurückzuhalten und den reinen Lichtwellen freien Durchgang zu gestatten. Letztere Sonderung ist jedoch nicht so vollkommen wie erstere.

33. Wir werden jetzt lernen, wie die eine Art der Wellen von der andern zu trennen ist, und den Beweis führen, dass Wellen, welche stark genug sind, ein Feuer anzuzünden, Metall zu schmelzen oder die Hand gleich einem heissen Körper zu verbrennen, in einem vollkommen dunkeln Raume bestehen können.

34. Gesetzt den Fall, wir unterdrückten zum ersten die grossen Wärmewellen, und gestatteten den Lichtwellen allein hindurchzugehen. Diese können durch angemessene Linsen vereinigt und in Wasser geleitet werden, ohne dasselbe merklich zu erwärmen. Lassen Sie nun die Lichtwellen zurück und vereinigen die grössern Wärmewellen auf dieselbe

Art, so kann man durch sie fast augenblicklich das Wasser kochen machen.

35. Dieses ist der Punkt, zu welchem ich Sie führen wollte, und welcher ohne genügende Vorbereitung nicht verstanden werden konnte. Sie bemerken nun, welche wichtige Rolle diese grossen Dunkelwellen, wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf, in dem Vorgang der Verdunstung spielen. Wenn sie in Meere, Seen und Flüsse tauchen, werden sie dicht an der Oberfläche aufgehalten und erwärmen das Wasser an der Oberfläche, sodass es dadurch verdunstet; die Lichtwellen tauchen zu gleicher Zeit in die Tiefe, ohne das Wasser merklich zu erwärmen, durch welches sie gehen. Es ist folglich nicht das Sonnenfeuer schlechtweg, welches Verdunstung hervorruft, sondern ein besonderer Bestandtheil dieses Feuers, dessen Gegenwart Ihnen wahrscheinlich nicht bekannt war.

36. Ferner sind es diese nämlichen lichtlosen Wellen, welche, wenn sie auf die Gletscher der Alpen fallen, das Eis schmelzen und alle Flüsse von den Gletschern herunterfliessen lassen; denn ich werde Ihnen sogleich beweisen, dass die Lichtwellen, wenn sie selbst aufs stärkste vereinigt werden, unfähig sind, den feinsten Reif zu schmelzen; um wieviel weniger würden sie das reichliche Schmelzen auf den Gletschern hervorrufen können.

37. Diese grossen lichtlosen Wellen der Sonne werden ebenso wie die Wärmewellen, welche von

nicht leuchtenden heissen Körpern ausgehen, häufig dunkle oder unsichtbare Wärme genannt. Wir haben hier ein Beispiel von der Art, wie scheinbar getrennte Erscheinungen in diesem wunderbaren Gebäude von Dingen, das wir Natur nennen, miteinander verbunden sind. Sie können nicht eine Schneeflocke gründlich untersuchen, ohne Schritt für Schritt bis zu der Beschaffenheit der Sonne zurückgeführt zu werden. So ist es durchweg in der Natur. Alle ihre Theile sind voneinander abhängig, und das gründliche Studium irgendeines Theils würde in der That das Studium aller in sich schliessen.

§. 5. Versuche, welche die vorhergehenden Behauptungen beweisen.

38. Wärme, welche aus einer nicht sichtbar rothglühenden Quelle stammt, kann nicht bis zu jenem Grade verstärkt werden, um die mächtigen Wirkungen zu erzeugen, von welchen wir berichtet haben. Um diese zu erzeugen, ist es nothwendig, die dunkle Hitze eines Körpers, welcher bis zum höchsten möglichen Grad des Weissglühens gesteigert worden ist, anzuwenden. Die Sonne ist ein solcher Körper, und ihre dunkle Wärme ist daher passend zu Versuchen dieser Art.

39. Aber in der Atmosphäre von London und für Versuche wie die unserigen sind die Wärmewellen, welche von Kohle ausgehen, die durch einen

elektrischen Strom zum höchsten Weissglühen gebracht worden ist, viel brauchbarer als die Sonnenwellen. Das elektrische Licht hat auch den Vortheil, dass seine dunkeln Strahlen einen grössern Bruchtheil der Gesammtstrahlen umfassen als die dunkle Wärme der Sonne. In der That ist die Kraft oder Energie, wenn ich so sagen darf, der dunkeln Wellen des elektrischen Lichts reichlich siebenmal so gross als jene seiner Lichtwellen. Das elektrische Licht soll daher auch zu unsern experimentellen Beweisen angewandt werden.

40. Von dieser Quelle geht ein mächtiger Strahl durch das Zimmer, welcher seinen Weg durch die Stäubchen, welche in der Luft des Zimmers fliegen, anzeigt; denn wenn die Stäubchen vollkommen abwesend wären, bliebe der Strahl ganz ungesehen. Er fällt auf einen concaven Spiegel (ein hinten versilberter Glasspiegel genügt) und wird von dem Spiegel zu einem Kegel reflectirter Strahlen zusammengebracht; die leuchtende Spitze des Kegels, welche der Brennpunkt des Spiegels ist, ist ungefähr 15 Zoll entfernt von seiner widerstrahlenden Oberfläche. Lassen Sie uns den Brennpunkt genau durch eine Marke bezeichnen.

41. Und nun lassen Sie uns in den Weg des Strahles einen Stoff bringen, welcher vollkommen undurchsichtig für Licht ist. Diese Substanz ist Iod, welches in einer Flüssigkeit aufgelöst ist, die Schwefelkohlenstoff genannt wird. Das Licht im Brennpunkt verschwindet sogleich, wenn die dunkle

Auflösung eingeschaltet wird. Aber die Auflösung ist vollkommen durchsichtig für die dunkeln Wellen, und ein Brennpunkt solcher Wellen bleibt in der Luft des Zimmers, nachdem das Licht ausgelöscht worden ist. Sie können die Wärme dieser Wellen mit Ihrer Hand fühlen; Sie können sie auf ein Thermometer fallen lassen und dadurch ihre Gegenwart beweisen; oder noch besser, Sie können sie veranlassen, einen elektrischen Strom zu erzeugen, welcher eine grosse Magnetnadel seitwärts ablenkt. Die Grösse der Ablenkung dient als Mass für die Wärme.

42. Unsere Absicht ist nun, durch Anwendung einer stärkern Lampe und eines bessern Spiegels (einer der von vorne versilbert ist und eine kleinere Entfernung des Brennpunktes hat) die Thätigkeit, welche hier so fühlbar geworden ist, zu verstärken. Wie zuvor wird der Brennpunkt auffallend sichtbar gemacht durch die starke Beleuchtung der Staubtheilchen. Wir wollen zuerst den Strahl durchseihen, um seine dunkeln Wellen zurückzuhalten, und dann den leuchtenden Wellen allein gestatten, ihre äusserste Kraft auf ein kleines Bündel Schiessbaumwolle auszuüben, welches im Brennpunkt angebracht ist.

43. Es wird hierdurch nicht die mindeste Wirkung ausgeübt. Die Schiessbaumwolle könnte eine Woche lang da liegen bleiben, ohne entzündet zu werden. Gestatten wir jetzt dem nichtgesiebten Strahl auf die Baumwolle einzuwirken. Sie wird

augenblicklich aufflammen und zerstieben. Dieser Versuch beweist, dass die Lichtwellen unfähig sind, die Baumwolle zu entzünden, während die Wellen des vollen Strahles dazu fähig sind; daraus können wir schliessen, dass die dunkeln Wellen die wahre Ursache der Entflammung sind.

44. Aber dieser Schluss würde nur wahrscheinlich sein; denn man könnte dagegen einwenden, dass die Mischung der dunkeln und Lichtwellen nothwendig wäre, um diesen Zweck zu erreichen. Lassen Sie uns denn vermittels der undurchsichtigen Mischung unsere dunkeln Wellen absondern und auf die Baumwolle hinleiten. Dieselbe entzündet sich dadurch wie zuvor.

45. Folglich sind es die dunkeln Wellen und diese allein, welche bei der Entzündung der Baumwolle betheiligt sind.

46. Durch denselben dunkeln Brennpunkt werden Platinaplatten zu lebhafter Rothglut erhitzt; Zink dadurch verbrannt; Papier geht augenblicklich in Flammen auf; Magnesiumdraht wird entzündet; Steinkohle innerhalb eines Behälters, welcher Sauerstoff enthält, wird in Brand gesetzt; ein Diamant in gleicher Lage fängt an zu glühen wie ein Stern und wird dann allmählich aufgezehrt. Und alles dieses geschieht, während die Luft am Brennpunkt so kalt bleibt wie irgendein anderer Theil des Zimmers.

47. Um die Lichtwellen zu erhalten, wenden wir eine dünne Auflösung von Alaun in Wasser an;

um die dunkeln Wellen zu erhalten, wenden wir die obenerwähnte Iodlösung an. Aber wie vorhin gesagt (32), ist Alaun kein so ausgezeichnetes Sieb wie Iod; denn es lässt auch einen Theil der dunkeln Wärme hindurch.

48. Obgleich die Lichtwellen ihre Unfähigkeit bewiesen haben, die Schiessbaumwolle zu entzünden, so sind sie doch fähig, schwarzes Papier zu verbrennen; oder sogar die Baumwolle zu verpuffen, wenn sie geschwärzt ist. Die weisse Baumwolle saugt das Licht nicht ein, und ohne Einsaugung findet keine Erhitzung statt. Die schwarze Baumwolle saugt ein, wird erhitzt und verpufft.

49. Statt der Alaunauflösung wollen wir für unsern nächsten Versuch eine Zelle mit reinem Wasser anwenden, durch welche das Licht hindurchgeht, ohne dass es merklich absorbirt wird. An den Brennpunkt wird ein Probirröhrchen, gleichfalls mit Wasser angefüllt, gestellt, sodass die volle Stärke des Lichts darauf vereinigt wird. Das Wasser wird nicht merklich erwärmt durch die vereinigten Wellen. Entfernen wir nun die Zelle mit Wasser, so wird keine Veränderung am Lichtstrahl bemerklich, aber das Wasser im Probirröhrchen kocht jetzt.

50. Da wir auf diese Weise bewiesen haben, dass die Lichtwellen ohne Wirkung sind und der volle Strahl wirksam ist, so können wir schliessen, dass die dunkeln Wellen die Erwärmung hervorbringen. Aber wir können unsern Beweis ver-

stärken, wenn wir unser undurchsichtiges Iodsieb anwenden. Stellen wir dasselbe auf den Weg des Strahls, so ist das Licht vollständig abgesperrt, aber das Wasser kocht ebenso, als wenn der volle Strahl auf dasselbe fiele.

51. Der Beweis für die Behauptung, welche im Satz 34 aufgestellt worden, ist hiermit geliefert.

52. Wenden wir uns nun zur Frage über das Schmelzen des Eises. Auf der Oberfläche einer Flasche, welche mit einer Kältemischung angefüllt ist, erhalten wir einen dicken Pelz von Reif. (Satz 14.) Indem wir den Strahl durch eine Wasserlinse gehen lassen, werden seine leuchtenden Wellen auf der Oberfläche der Flasche vereinigt. Nicht ein Spitzchen des Reifs wird dadurch geschmolzen. Entfernen wir nun die Wasserlinse, so wird nach einem Augenblick ein Fleck so gross wie ein Guldenstück im gefrorenen Reif geschmolzen sein. Folglich, da der volle Strahl diese Wirkung hervorbringt und der leuchtende Theil des Strahls sie nicht hervorbringt, schreiben wir den dunkeln Wellen das Schmelzen des Reifes zu.

53. Wie vorhin verstärken wir diesen Beweis, indem wir die dunkeln Wellen allein auf die Flasche vereinigen. Der Reif wird ganz ebenso geschmolzen wie durch den vollen Strahl.

54. Diese Wirkungen werden noch auffallender sichtbar, wenn wir die Kältemischung in der Flasche mit Tinte schwärzen. Wenn der Reif entfernt ist, so kommt die Schwärze der Oberfläche, von wel-

cher er weggeschmolzen ist, in starkem Gegensatz zu der angrenzenden Schneeweisse zur Erscheinung. Wenn die Flasche selbst statt der gefrierenden Mischung geschwärzt wird, so werden die reinen Lichtwellen vom Glas absorbirt und dasselbe dadurch erwärmt; das Glas wirkt auf den Reif und schmelzt ihn. Deshalb schwärzen wir statt der Flasche selbst die Mischung in der Flasche.

55. Dieser Versuch dient als Beweis für die Behauptung im Satz 36, dass es die dunkeln Wellen der Sonne sind, welche den Bergschnee und das Eis schmelzen und alle Flüsse, welche von Gletschern kommen, erzeugen. Es gibt Schriftsteller, welche die Naturwissenschaften nur als eine Summe von Thatsachen anzusehen scheinen und daher an ihrer Wirkung als eine Uebung der Denkkraft zweifeln. Aber alles, was ich Sie bisher gelehrt habe, ist das Ergebniss des Verstandes, jedoch auf der sichern Grundlage der Beobachtung und des Versuchs. Und in diesem Geiste werden wir unsere fernern Untersuchungen fortsetzen.

§. 6. Verdunstung des Meerwassers.

56. Sie wissen, dass in England die Sonne nie im Scheitelpunkte steht. Aber am Aequator und innerhalb gewisser Grenzen nördlich und südlich von ihm steht die Sonne zu gewissen Zeiten des Jahres am Mittag vollkommen im Scheitelpunkte. Diese Grenzen werden die Wendekreise des Stein-

bocks und des Krebses genannt. Auf den Gürtel, welcher zwischen diesen beiden Kreisen liegt, fallen die Sonnenstrahlen mit ihrer ganzen Macht; denn hier schiessen sie gerade herunter und erhitzen Erde und See mehr, als wenn sie schief auffallen.

57. Wenn die Sonnenstrahlen senkrecht auf das Land fallen, so erhitzen sie es sehr, und die Luft, welche in Berührung mit dem warmen Boden ist, wird ebenfalls erwärmt. Aber erwärmte Luft dehnt sich aus, und ausgedehnte wird leichter. Diese leichtere Luft steigt durch die schwerere Luft hindurch in die Höhe wie Holz, das in Wasser geworfen wird.

58. Wenn die Sonnenstrahlen auf das Meer fallen, wird das Wasser erwärmt, obgleich nicht in demselben Grade wie das Land. Das erwärmte Wasser dehnt sich aus, wird dadurch leichter und schwimmt daher auf der Oberfläche. Diese obere Schicht des Wassers erwärmt in einigem Umfang die Luft, mit welcher sie in Berührung steht, aber sie sendet auch eine Menge wässerigen Dampfes in die Höhe, welcher, leichter als die Luft, letzterer das Aufsteigen erleichtert. So haben wir sowol vom Land als vom Meer aufsteigende Ströme, welche durch die Thätigkeit der Sonne erzeugt werden.

59. Wenn sie eine gewisse Höhe in der Atmosphäre erreicht haben, theilen sich diese Ströme und gehen theils nach Norden, theils nach Süden, während von Norden und Süden ein Strom schwe-

rerer und kälterer Luft eintritt, um den Raum der aufgestiegenen warmen Luft auszufüllen.

60. Ununterbrochener Kreislauf ist auf diese Weise in der Atmosphäre hergestellt. Die Aequatorialluft und der Dampf fliessen oben gegen die Nord- und Südpole, während die Polarluft unten gegen den Aequator hin fliesst. Die beiden so entstandenen Ströme heissen die obern und untern Passatwinde.

61. Aber bevor die Luft von den Polen zurückkehrt, sind grosse Veränderungen mit ihr vorgegangen. Denn als die Luft die Aequatorialgegenden verliess, war sie mit Wasserdampf beladen, welcher in den kalten Polargegenden nicht bestehen konnte. Hier wurde er niedergeschlagen und fiel zuweilen als Regen oder häufiger als Schnee. Das Land in der Nähe des Pols ist mit diesem Schnee bedeckt, welcher weite Gletscher erzeugt; auf welche Art dies geschieht, wollen wir weiter unten erklären.

62. Es ist nöthig, dass Sie eine vollkommen klare Vorstellung von diesem Vorgang erhalten, denn es sind grosse Irrthümer begangen worden in Bezug auf die Art, in welcher die Gletscher mit der Sonnenwärme in Verbindung gebracht worden sind.

63. Man hat vermuthet, dass wenn die Sonnenwärme vermindert würde, grössere Gletscher als die jetzt bestehenden erzeugt werden könnten. Aber die Verminderung der Sonnenwärme würde unfehlbar die Menge des Wasserdampfes verringern

und dadurch die Gletscher an ihrer Quelle abschneiden. Ein kurzes Beispiel wird Ihnen dies vollständig klar machen.

64. In dem Vorgang des gewöhnlichen Destillirens wird die Flüssigkeit, welche destillirt werden soll, in dem einen Gefäss erwärmt und in Dampf verwandelt und in einem andern abgekühlt und wieder in Flüssigkeit zurückverwandelt. Was vorhin festgestellt wurde, zeigt klar, dass die Erde und ihre Atmosphäre einen grossen Destillationsapparat bilden, in welchem der Ocean in der Gegend des Aequators die Rolle des Kessels spielt und die Eisregionen der Pole die Rolle des Verdichters. In diesem Destillationsvorgang spielt die Wärme eine ebenso wichtige Rolle wie die Kälte, und bevor Bischof Heber von „Grönlands Eisbergen" sprechen konnte, musste der tropische Theil des Oceans von der Sonne erwärmt werden. Wir werden über diese Frage später noch mehr zu sagen haben.

Erläuternde Versuche.

65. Ich habe gesagt, dass die Luft, wenn sie erwärmt wird, sich ausdehnt. Wenn Sie dies selbst untersuchen wollen, dann verfahren Sie folgendermassen. Nehmen Sie eine leere Flasche, verschliessen Sie dieselbe mit einem Kork; stecken Sie durch den Kork eine enge Glasröhre. Indem Sie die Röhre in einer Spirituslampe erhitzen,

können Sie dieselbe nach unten biegen, sodass, wenn die Flasche aufrecht steht, das offene Ende der engen Röhre in Wasser getaucht werden kann. Nun wenden Sie die Flamme Ihrer Spirituslampe gegen die Flasche. Die Flamme erwärmt das Glas, das Glas erwärmt die Luft; die Luft dehnt sich aus, wird durch die enge Röhre getrieben und entweicht durch einen Strom von Blasen aus dem Wasser.

66. Wäre die erwärmte Luft nicht eingeschlossen, dann würde sie in die schwerere kalte Luft emporsteigen. Lassen Sie einen Sonnenstrahl oder irgendeinen andern starken Lichtstrahl auf eine weisse Wand oder weissen Schirm in einem dunkeln Zimmer fallen. Bringen Sie ein erwärmtes Schüreisen, eine Kerze oder eine Gasflamme unterhalb des Strahls. Ein aufsteigender Strom geht von dem erhitzten Körper durch den Strahl und die Wirkung der Luft auf das Licht ist so stark, dass man das Kräuseln und Wehen des Stroms auf dem Schirm deutlich wahrnimmt. Wenn die Luft heiss genug und somit leicht genug ist, kann man sie in einen Papiersack einfangen und sie trägt den Sack in die Höhe; auf diese Weise haben Sie einen Feuerballon.

67. Falten Sie zwei Blatt Papier in zwei Kegel und hängen Sie dieselben an ihren geschlossenen Spitzen oben an das Ende einer feinen Wage. Sehen Sie zu, dass die Kegel einander im Gleichgewicht halten. Dann stellen Sie für einen Augen-

blick eine Spirituslampe unter die offene Seite des einen; die heisse Luft steigt von der Lampe in die Höhe und stösst augenblicklich den über ihr befindlichen Kegel nach oben.

68. Führen Sie in eine umgekehrte Lampenglocke von Glas ein wenig Rauch ein. Nachdem Sie die Luft haben zur Ruhe kommen lassen, legen Sie die Hand einfach an die Oeffnung der Glocke. Es entstehen hierdurch nachgeahmte Sturmwinde, welche von der durch die Hand erwärmten Luft hervorgebracht werden und welche vollkommen sichtbar sind, wenn der Rauch durch ein helles Licht beleuchtet wird.

69. Die Erwärmung der tropischen Luft durch die Sonne geschieht mittelbar. Die Sonnenstrahlen haben nur sehr geringe Kraft, um die Luft, durch welche sie gehen, zu erwärmen; aber sie erwärmen das Land und den Ocean, und diese theilen ihre Wärme der sie umgebenden Luft mit. Die Luft und der Dampf steigen mit der auf diese Weise erlangten Wärme beladen in die Höhe.

§. 7. Tropischer Regen.

70. Aber lange bevor die Luft und der Dampf vom Aequator die Pole erreichen, hat Niederschlag stattgefunden. Ueberall, wo sich ein feuchter, warmer Wind mit einem kalten, trockenen vermischt, fällt Regen. In der That finden die schwersten Regen an solchen Orten statt, wo die

Sonne senkrecht über dem Scheitel steht. Wir wollen etwas genauer ihrem Ursprunge nachforschen.

71. Füllen Sie eine Blase ungefähr zu zwei Drittel mit Luft in der Höhe des Meeresspiegels und nehmen Sie dieselbe mit auf den Gipfel des Mont-Blanc. Während Sie hinaufsteigen, dehnt sich die Blase mehr und mehr aus; auf dem Gipfel des Bergs ist sie vollkommen ausgedehnt und hat augenscheinlich einem Drucke von innen zu widerstehen. Wenn Sie zur Höhe des Meeresspiegels zurückkehren, werden Sie finden, dass die Gespanntheit verschwindet, und die Blase zuletzt wieder so schlaff erscheint wie im Anfange.

72. Die Ursache davon ist klar. In der Höhe des Meeresspiegels hat die Luft innerhalb der Blase den Druck der ganzen Atmosphäre zu tragen und wird dadurch in einen verhältnissmässig engen Raum zusammengepresst. Indem Sie den Berg in die Höhe steigen, lassen Sie mehr und mehr von der Atmosphäre zurück; der Druck wird immer geringer, und vermöge ihrer Ausdehnungskraft schwillt die Luft in der Blase an in dem Grade, als sich der Druck verringert. Auf dem Gipfel des Bergs ist die Ausdehnung ganz ausreichend, um die Blase anzuspannen, weil der Druck innerhalb gegenwärtig grösser ist als der von aussen. Auch mit Hülfe einer Luftpumpe können wir die Ausdehnung eines Ballons, der zum Theil mit Luft gefüllt ist, zeigen, wenn der äussere Druck theilweise entfernt wird.

73. Aber weshalb verweile ich bei diesen Erörterungen? Einfach deshalb, um Ihnen klar zu machen, dass die unbegrenzte Luft, welche an der Erdoberfläche erwärmt wird und durch ihre Leichtigkeit aufsteigt, sich mehr und mehr ausdehnen muss, je höher sie in der Atmosphäre kommt.

74. Und nun muss ich Ihnen eine neue Thatsache vorführen, für deren Feststellung ich einige Zeit gearbeitet habe. Es ist folgende: Die aufsteigende Luft wird durch ihre Ausdehnung abgekühlt. In der That ist diese Abkühlung eine Quelle für die Kälte der höhern Luftregionen. Und nun richten Sie Ihr Auge auf jene gemischten Ströme von Luft und Wasserdampf, welche aus dem warmen tropischen Ocean emporsteigen. Sie gehen mit reichlich genug Wärme aus, um den Dampf als Dampf zu bewahren; aber indem sie aufsteigen, kommen sie schon in abgekühlte Regionen und werden durch ihre eigene Ausdehnung noch mehr abgekühlt. Die Folge hiervon kann vorausgesehen werden. Die Dampfladung wird zum grossen Theil niedergeschlagen, dichte Wolken bilden sich, ihre Theilchen vereinigen sich zu Regentropfen, welche täglich in so dichten Güssen fallen, dass das Wort „strömend“ gebraucht wird, um die Reichlichkeit des Regenfalls zu bezeichnen. Ich könnte Ihnen diese Abkühlung, welche durch die Ausdehnung entsteht, zeigen und auch den darauffolgenden Niederschlag als Wolken.

75. Auf diese Weise ist, lange bevor die Luft des Aequators die Pole erreicht, ein grosser Theil des Dampfes aus ihr entfernt, indem er als Regen auf die Erde wieder herniedergekommen ist. Dennoch wird ein guter Theil des Dampfes weiter befördert, welcher in nördlichen und südlichen Ländern Hagel, Regen und Schnee liefert.

Erläuternde Versuche.

76. Ich habe gesagt, dass die Luft bei ihrer Ausdehnung abgekühlt wird. Sie können dies auf folgende Art beweisen. In einen eisernen Kasten, welcher mit einem Hahn versehen ist, können Sie vermittels einer dichten Spritze, welche an den Hahn geschraubt ist, Luft hineinpressen. Thun Sie das so lange, bis die Dichtigkeit der Luft im Kasten verdoppelt oder verdreifacht ist. Unmittelbar nach dieser Verdichtung ist der Kasten sowol als auch die Luft in derselben warm, was durch einen geeigneten Thermometer bewiesen werden kann. Drehen Sie den Hahn um und gestatten Sie der zusammengepressten Luft in die Atmosphäre zu strömen. Wenn Sie den Strom an einem Thermometer vorbeistreichen lassen, wird letzterer sichtbar abgekühlt, und mit andern Instrumenten kann man die Abkühlung noch deutlicher machen. Selbst mit der Hand fühlt man die Abkühlung der sich ausdehnenden Luft.

77. Werfen Sie ein starkes Licht, z. B. einen

concentrirten Sonnenstrahl in den herauskommenden Strom; wenn die zusammengepresste Luft gewöhnliche feuchte Luft ist, so sehen Sie, wie eine kleine Wolke sich niederschlägt, welche durch die Abkühlung, die die Ausdehnung begleitet, entstanden ist. Diese Wolkenbildung kann jedoch noch besser auf folgende Art dargestellt werden:

78. Lassen Sie in ein dunkles Zimmer einen starken Lichtstrahl durch eine drei Fuss lange und drei Zoll breite Glasröhre fallen, welche an ihren Enden durch Glasplatten geschlossen ist. Verbinden Sie die Röhre durch einen Hahn mit einem Gefäss, das ungefähr ein Viertel so viel Raum wie die Röhre hat und aus welchem die Luft vermittels einer Luftpumpe entfernt worden ist. Der Cylinder der Luftpumpe selbst eignet sich hierzu vortrefflich. Füllen Sie die Glasröhre mit feuchter Luft; dann drehen Sie einfach den Hahn, welcher sie mit dem entleerten Gefäss in Verbindung setzt. Durch den grössern Raum dehnt sich die Luft aus, Kälte begleitet die Ausdehnung, und als eine Folge davon wird die Röhre unmittelbar mit einer dichten und glänzenden Wolke angefüllt. Wenn Sie den Versuch für sich allein machen, so können Sie die Wolke bei gewöhnlichem Tageslicht sehen; es ist bekannt, dass in der That die plötzliche Entleerung irgendeines mit feuchter Luft angefüllten Behälters eine solche Verdichtung hervorbringt.

79. Auch andere Dämpfe als solche aus Wasser können auf diese Art niedergeschlagen werden;

einige von ihnen bilden Wolken von ausserordentlichem Glanz und in Regenbogenfarben spielend, wie man sie zuweilen, aber nicht häufig, über den Alpen schweben sieht.

80. In der Wissenschaft ist das, was für Kleines wahr ist, auch für Grosses wahr. Indem wir auf diese Art die Bedingungen, welche wir in grossem Massstab in der Natur beobachtet haben, in Verbindung bringen, erhalten wir in kleinem Massstab die Erscheinungen der atmosphärischen Luft.

§. 8. Die Gebirge als Verdichter.

81. Um unsere Betrachtungen über den Vorgang des atmosphärischen Niederschlags zu vervollständigen, müssen wir die Thätigkeit der Gebirge mit in Betracht ziehen. Stellen Sie sich einen Südwestwind vor, welcher über den Atlantischen Ocean nach Irland bläst. Auf seinem Wege beladet er sich mit Wasserdampf. Im Süden von Irland stösst er auf die Berge von Kerry; der höchste von diesen ist Magillicuddy's Reeks in der Nähe von Killarney. Die niedrigste Schicht dieses atlantischen Windes ist diejenige, welche am meisten Dampf enthält. Wenn nun der Wind den Fuss der Kerry Mountains erreicht, wird er umgekippt und fliesst in inniger Berührung über sie fort. Hierdurch wird seine Ladung Dampf in die Höhe befördert, auf der Höhe angekommen, dehnt er sich aus, infolge der Ausdehnung wird er abgekühlt und kommt

in reichlichen Regenschauern hernieder. Daher kommt in der That die üppige Vegetation von Killarney; und diesem Umstande verdanken die dortigen Seen ihren Wasserreichthum. Die kalten Bergkämme tragen gleichfalls zum Vorgange der Verdichtung bei.

82. Betrachten wir nun die Folgen hiervon. Im Südwesten des Berges Magillicuddy's Reeks liegt eine Stadt, Namens Cahirciveen, in welcher Beobachtungen über den Regenfall gemacht worden sind, und ein gutes Stück weiter nach Nordosten, gerade auf dem Wege des Südwestwindes, liegt eine andere Stadt, Namens Portarlington, in welcher ebenfalls Beobachtungen über den Regenfall gemacht worden sind. Aber bevor der Wind die letztere Station erreicht, ist er über die Berge von Kerry gegangen und hat einen grossen Theil der Feuchtigkeit zurückgelassen. Was ist die Folge davon? In Cahirciveen beträgt der Regenfall, wie Dr. Lloyd gezeigt hat, 59 Zoll im Jahre, während er in Portarlington nur 21 Zoll im Jahre beträgt.

83. Ferner gibt es Zeiten, wo man von den Alpen bei schwerem, unaufhörlichem Regen und Schneefall nach Italien heruntersteigt und den Himmel über der lombardischen Tiefebene blau und wolkenlos findet, während der Wind zu gleicher Zeit über die Ebene gegen die Alpen weht. Unten ist der Wind warm genug, um seinen Dampf in vollkommen durchsichtigem Zustande zu erhalten; aber er trifft auf die Berge, wird umgestülpt, dehnt

sich aus und kühlt sich ab. Die Kälte der höhern Gipfel trägt zur Abkühlung bei. Die Folge hiervon ist, dass der Dampf als Regen und Schnee sich niederschlägt, hierdurch auf den Höhen schlechtes Wetter hervorbringt, während die Ebene unten, über welcher dieselbe Luft schwebt, den Anblick der unbewölkten Sommersonne geniesst. Wolken, welche von den Alpen kommen, werden auch zuweilen über der lombardischen Ebene aufgelöst.

84. In Verbindung mit der Wolkenbildung durch Berge mag hier eine besonders lehrreiche Wirkung angeführt werden. Sie sehen häufig eine viele hundert Ellen lange, fahnenähnliche Wolke von einer Alpenspitze ausgehen. Ihr Stand scheint sich vollkommen gleich zu bleiben, obgleich ein starker Wind zu gleicher Zeit über den Berggipfel weht. Weshalb wird die Wolke nicht fortgeblasen? Sie wird weggeweht; ihr Beharren ist nur scheinbar. An dem einen Ende wird sie fortwährend aufgelöst, am andern Ende fortwährend neu gebildet. Zufuhr und Verbrauch sind dergestalt ausgeglichen, dass die Wolke ebenso unveränderlich erscheint wie der Berg, an welchem sie zu kleben scheint. Wenn die rothe Abendsonne auf diese Wolkenfahnen scheint, gleichen sie grossen Fackeln, deren Flammen durch die Luft wehen.

§. 9. Gefüge des Schnees.

85. Wir gleichen jetzt den Leuten, welche einen schweren Gipfel erstiegen und das Vergnügen einer weiten Aussicht genossen haben. Nachdem wir uns die nothwendigen Bedingungen zur Herstellung des Bergschnees klar gemacht haben, sind wir fähig, eine verständige und einsichtsvolle Ansicht von den Erscheinungen zu gewinnen, welche die Gletscher darbieten.

86. Wenige Worte sind jedoch noch nöthig in Bezug auf die Bildung des Schnees. Die Moleculen und Atome aller Substanzen setzen sich bei freiem Spielraum in bestimmten und zum grössten Theil schönen Formen, Krystalle genannt, zusammen. Eisen, Kupfer, Gold, Silber, Blei, Schwefel zeigen beim Schmelzen und allmählichen Abkühlen diese krystallisirende Kraft. Das Metall Wismuth zeigt sie in besonders auffallender Weise, und wenn es richtig geschmolzen und verdichtet wird, bilden sich von selbst Krystalle von grossem Umfang und grosser Schönheit aus diesem Metalle.

87. Wenn Sie Salpeter in Wasser auflösen und die Lösung langsam verdunsten lassen, so können Sie grosse Krystalle erlangen, denn kein Theil des Salzes wird in Dampf verwandelt. Das Wasser unserer Atmosphäre ist ungesalzen, trotzdem es dem Seewasser entnommen ist. Zucker in Wasser aufgelöst, das man verdunsten lässt, liefert Krystalle von Zuckercandis. Alaun krystallisirt auf dieselbe

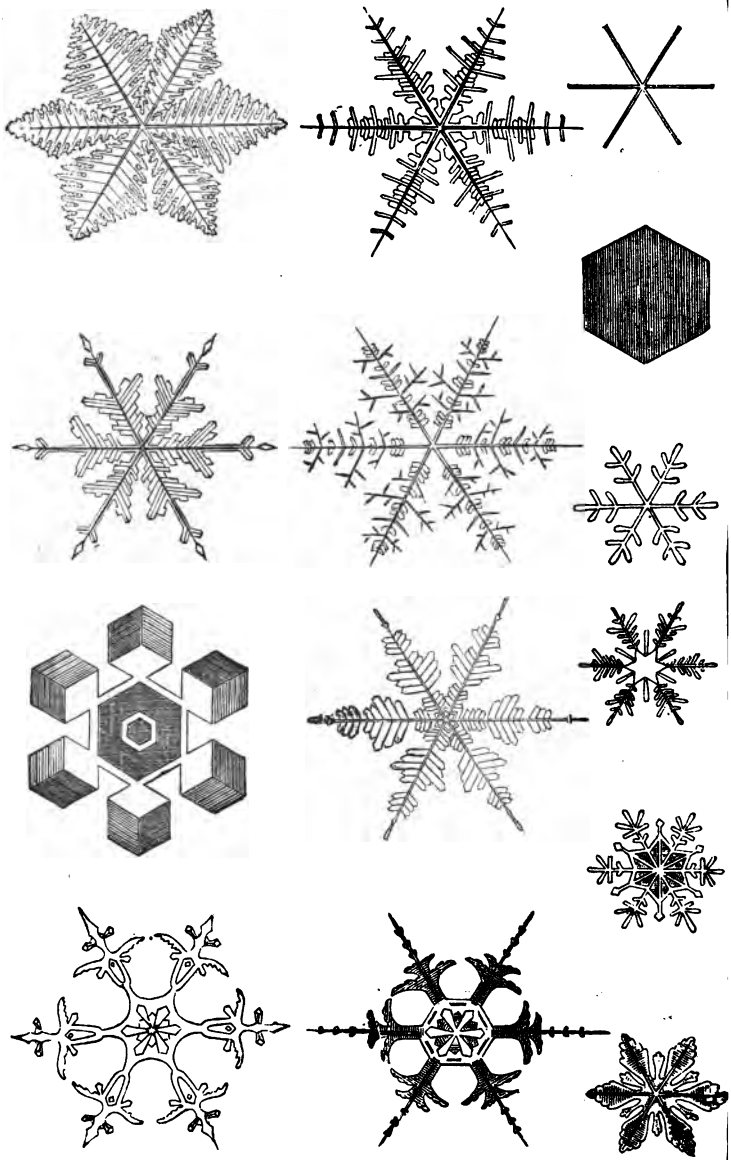
Art. Aufgelöste Kieselsteine, wie sie zuweilen in der Natur vorkommen, denen man gestattet zu krystallisiren, ergeben Prismen und Pyramiden von Bergkrystall. Aufgelöster und krystallisirter Kalk liefert isländischen Spat. Der Diamant ist krystallisirte Kohle. Alle unsere werthvollen Steine, der Rubin, Saphir, Beryll; Topas, Smaragd sind Beispiele für diese Krystallisationsfähigkeit.

88. Sie haben von der Schwerkraft gehört und wissen, dass sie in der Anziehung jedes Stofftheilchens auf jedes andere Theilchen besteht. Sie wissen, dass die Planeten und Monde durch diese Anziehungskraft in ihren Bahnen gehalten werden. Die Schwerkraft ist aber nur eine sehr einfache Sache im Vergleich zu der Kraft, oder besser zu den Kräften der Krystallisation. Denn hier zeigen sich die unendlich kleinen Theile der Materie, so unbegreiflich klein wie sie sind, im Besitz von anziehenden und abstossenden Polen, durch deren wechselseitige Thätigkeit der Bau und die Form des Krystalls bestimmt werden. In dem festen Zustand sind die sich anziehenden Pole fest aneinandergeschlossen; aber bei genügend angewandter Wärme wird das Vereinigungsband gelöst, und in dem Zustande des Schmelzens werden die Pole so weit auseinandergetrieben, dass einer aus dem Wirkungsbereich des andern kommt. Die natürliche Neigung der Moleculen, sich aneinanderzuheften, wird auf diese Art aufgehoben.

89. Dies ist der Fall mit Wasser, welches als

eine Flüssigkeit, allem Anschein nach, formlos ist. Wenn es genügend abgekühlt wird, werden die Moleculen dem Spiel der krystallisirenden Kraft unterworfen und reihen sich zu Formen von unbeschreiblicher Schönheit zusammen. Wenn Schnee in ruhiger Luft erzeugt wird, so setzen sich die Eistheilchen zu schöner Sternenform zusammen; jedes Sternchen hat sechs Zacken. Es gibt keine Abweichung von diesem Typus, obwol in anderer Beziehung die Erscheinungen der Schneesternchen sehr verschieden sind. In den Polargegenden wurden diese ausgezeichneten Formen von Dr. Scoresby beobachtet, welcher zahlreiche Zeichnungen von ihnen machte. Ich habe sie im Winter beobachtet, wenn sie die Luft erfüllt und die Abhänge der Alpen bedeckt hatten. Aber in England kann man sie auch sehen, und keine meiner Worte können einen so lebendigen Eindruck von ihrer Schönheit hervorbringen, als es die beigefügten Zeichnungen einiger derselben von Herrn Glaisher in Greenwich thun (S. 38).

90. Es verlohnt sich einen Augenblick halt zu machen und darüber nachzudenken, welch ein bewundernswürdiges Werk sich in der Atmosphäre während der Bildung und dem Herunterkommen eines jeden Schneefalls vollzieht; welch eine aufbauende Kraft treibt ihr Spiel, und wie unvollkommen erscheinen die Erzeugnisse von Menschengeist und Menschenhand, wenn man sie mit jenen



Schneekrystalle.

vergleicht, welche durch die blinden Kräfte der Natur gebildet werden!

91. Aber wer wagt es, die Kräfte der Natur blind zu nennen? In der That, wenn wir dies sagen, beschreiben wir unsern eigenen Zustand. Die Blindheit ist auf unserer Seite, und was wir wirklich sagen und gestehen sollten, ist, dass unsere Kräfte vollkommen unfähig sind, weder den Ursprung noch das Ende der Naturvorgänge zu verstehen.

92. Aber indem wir so unsere Grenzen anerkennen, haben wir auch Grund, den Umfang zu bewundern, in welchem die Wissenschaft das System der Natur bewältigt hat. Von Zeitalter zu Zeitalter, von Geschlecht zu Geschlecht ist eine Thatsache an die andere, ein Gesetz an das andere gefügt worden, und hierdurch der wahre Plan und die Ordnung des Weltalls mehr und mehr enthüllt worden. Indem sie dies that, ist die Wissenschaft vielerlei Arten von Vorurtheil und Ränken, Leichtgläubigkeit und Betrügereien begegnet und musste sie bewältigen. Aber die Welt erzeugt fortwährend schwache Menschen und böse Menschen, und solange als diese nebeneinander fortleben werden, wie sie es heutigentags thun, solange werden auch verderbliche Meinungen fortfahren, die Welt zu belästigen.

§. 10. Atomische Pole.

93. Was habe ich damit gemeint, wenn ich vorhin von „anziehenden und abstossenden Polen“ sprach? Ich will versuchen, diese Frage zu beantworten. Sie wissen, dass die Geographen und Astronomen von den Polen der Erde sprechen, und Sie haben auch von den magnetischen Polen gehört, und Sie wissen, dass die Pole eines Magnets diejenigen Punkte des Magnets sind, an welchen die Anziehung, beziehlich die Abstossung sich vereinigt zeigt.

94. Jeder Magnet besitzt zwei solcher Pole; und wenn Eisenfeilspäne auf einen Magnet gestreut werden, so erhält jedes Theilchen der Späne dadurch gleichfalls zwei Pole. Nehmen wir an, solche Theilchen würden ihrer Schwere beraubt und flögen in unserer Atmosphäre umher, was müsste geschehen, wenn sie sich einander nähern? Offenbar würden die sich abstossenden Pole einander fliehen, und die sich anziehenden Pole sich nähern und sich zuletzt aneinanderschliessen. Und nehmen wir an, die Theilchen hätten statt eines einzigen Paares mehrere Paare solcher Pole, welche an bestimmten Punkten ihrer Oberfläche angebracht sind, so können Sie sich vorstellen, dass sie sich infolge ihrer gegenseitigen Anziehung und Abstossung zusammenordnen und Massen von bestimmter Form und bestimmtem Bau bilden werden.

95. Stellen Sie sich vor, die Moleculen des Was-

sers in ruhiger kalter Luft seien mit Polen dieser Art versehen, welche die Theilchen nöthigen, sich in einer bestimmten Ordnung aneinanderzulegen, so haben Sie vor Ihrem geistigen Auge den unsichtbaren Aufbau, welcher zuletzt die sichtbaren und schönen Schneekrystalle erzeugt. Unsere ersten Begriffe und Vorstellungen haben wir durch die sichtbaren Wirkungen des Magnetismus erlangt; und wir haben dann unsere Begriffe und Vorstellungen auf Theilchen übertragen, welche nie ein Auge gesehen hat. Die Kraft, durch welche wir uns auf diese Weise Wirkungen vorstellen, welche ausser dem Bereich der Sinne liegen, nennen die Philosophen Einbildungskraft, und das Streben des Geistes, den unsichtbaren Aufbau der Krystalle zu erfassen, ist ein Beispiel für die wissenschaftliche Anwendung dieser Fähigkeit. Ohne Einbildungskraft würden wir wol Kritik üben, aber die Wissenschaft nicht schöpferisch weiterbilden können.

§. 11. Bau des Eises auf Landseen.

96. Wir haben uns auf diese Weise mit den schönen, sich aus den Moleculen des Wassers bei ruhiger kalter Luft bildenden Schneeblumen bekannt gemacht. Zeigen die Moleculen diese aufbauende Kraft auch, wenn gewöhnliches Wasser gefriert? Wie ist z. B. der Bau des Eises, auf welchem wir im Winter Schlittschuh laufen? Ganz ebenso wunderbar wie die Schneeblumen. Die Beobachtung,

dass bei langsam gefrierendem Wasser sechseckige Eissterne sich bilden und frei auf der Oberfläche schwimmen, ist selten, vielleicht noch gar nicht gemacht worden; doch habe ich es mehrmals gesehen. Diese Form des sechseckigen Sterns ist übrigens typisch für den Bau des Eises auf Landseen. Dieses setzt sich durch wunderbare Verschlingung solcher Formen zusammen.

97. Nehmen Sie eine Platte festen Eises und bringen Sie dieselbe in den Weg eines concentrirten Sonnenstrahls. Beobachten Sie den Gang des Strahls durch das Eis. Ein Theil des Strahls wird aufgehalten, und ein Theil geht hindurch; der erstere erzeugt inneres Schmelzen, der zweite hat keinen Einfluss auf das Eis. Aber das Schmelzen findet nicht gleichmässig statt. An verschiedenen Stellen des Eises sieht man kleine leuchtende Punkte funkeln. Jeder dieser Punkte ist von einer schönen flüssigen Blume mit sechs Blättern umgeben.

98. Eis und Wasser sind sich im Aussehen so ähnlich, dass, wenn das Licht nicht geeignet auf diese Blumen fällt, Sie dieselben nicht sehen können. Aber was ist der in der Mitte liegende Punkt? Ein leerer Raum. Eis schwimmt auf Wasser, weil es bei gleichem Rauminhalt leichter ist als Wasser; hieraus folgt, dass wenn Eis schmilzt, es an Umfang abnimmt. Können daher die geschmolzenen Blumen den ganzen Raum des geschmolzenen Eises einnehmen? Offenbar nein. Es bildet sich ein kleiner leerer Raum zugleich mit

den Blumen, und dieser Raum oder vielmehr seine Oberfläche glitzert in der Sonne mit dem Glanz von polirtem Silber.

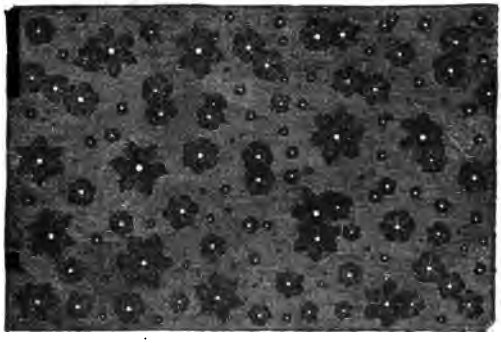
99. In allen Fällen bilden sich die Blumen in paralleler Richtung zur Oberfläche des Gefrierens. Sie werden bei Sonnenschein auf dem Eis jedes Sees gebildet; zuweilen in ungeheuerer Anzahl und so klein, dass man sie nur durch ein Vergrösserungsglas sehen kann. Sie sind immer zu erzielen, aber ihre Schönheit wird oft durch innere Mängel des Eises verdorben. Selbst ein Theil des nämlichen Stückes Eis kann sie vorzüglich zeigen, während ein anderer Theil sie unvollkommen zeigt.

100. Es folgt hierbei eine sehr unvollkommene Zeichnung dieser schönen Figuren (S. 44).

101. Hier haben wir ein Gegenstück zum Vorgange der Krystallisation. Der eindringende Sonnenstrahl ist fein genug, um die Moleculen zu verschieben, ohne die Anordnung ihres Baues zu stören. Machen Sie diesen Versuch für sich mit einer Taschenlinse an einem sonnigen Tage. Sie werden die Blumen nicht in Unordnung finden; sie liegen alle gleichlaufend mit der Oberfläche des Gefrierens. Auf diese ausgezeichnete Art ist jedes Stück Eis, über welches unsere Schlittschuhläufer im Winter gleiten, zusammengesetzt.

102. Ich sagte im Satz 97, dass ein Theil des Sonnenstrahls vom Eise aufgehalten wird und dasselbe schmilzt. Welcher Theil ist das? Die dunkle Wärme der Sonne.

Der grösste Theil der Lichtwellen und selbst ein Theil der dunkeln Wellen gehen durch das Eis, ohne etwas von ihrer erwärmenden Kraft zu verlieren. Wenn sie auf geeignete Weise auf brennbaren Körpern vereinigt werden, offenbart sich ihre verbrennende Kraft, selbst nachdem sie durch das Eis gegangen sind.



Flüssige Blumen in See-Eis.

103. Und das Eis selbst kann dazu gebraucht werden, um sie zu vereinigen. Mit einer Eislinse hat Dr. Scoresby oft in den Polargegenden die Sonnenstrahlen vereinigt, um durch sie Holz in Brand zu setzen, Schiesspulver abzubrennen und Blei zu schmelzen; dies beweist, dass die Strahlen ihre wärmende Kraft beibehalten, selbst nachdem sie durch eine so kalte Substanz gegangen sind.

104. Wenn wir die Strahlen einer elektrischen Lampe parallel machen und sie dann durch eine Eislinse fallen lassen, so erhalten wir dieselben

Wirkungen, wie sie Dr. Scoresby durch die Sonnenstrahlen erlangte.

§. 12. Die Quelle des Arveiron. Eisspitzen, Thürme und Klüfte des Gletschers des Bois. Weg auf den Montanvert.

105. Unsere Vorstudien sind für jetzt beendet, und so wollen wir uns, auf die Weise unterrichtet, den Alpen nähern. Durch das Dorf Chamouni in Savoyen rauscht ein Fluss Namens Arve. Lassen Sie uns diesen Fluss rückwärts von Chamouni verfolgen. In einer kleinen Entfernung hinter dem Dorfe theilt sich der Fluss; der eine Arm heisst weiter die Arve, der andere wird Arveiron genannt. Indem wir dem letztern folgen, kommen wir zu der sogenannten „Quelle des Arveiron" in einer kleinen Stunde Wegs von Chamouni. Hier sind wir, wie schon bei Gelegenheit der Rhône berichtet wurde, einer ungeheuern Eismasse gegenüber, dem Ende eines Gletschers, und aus einem Gewölbe im Eis entspringt der Arveiron. Man kann dem Bogen im Sommer nicht trauen. Sein Dach fällt von Zeit zu Zeit mit einem schrecklichen Krach zusammen und würde unfehlbar jeden zermalmen, auf den es fiele.

106. Wir müssen jetzt aufpassen. Wenn wir uns umschauen, finden wir vor dem Eise merkwürdige Haufen und Streifen von Geröll, welche mehr oder weniger kreisförmig angeordnet sind.

Dies sind die letzten Moränen des Gletschers. Wir wollen sie später untersuchen.

107. Wir wenden uns jetzt nach links und steigen den Abhang neben dem Gletscher in die Höhe. Indem wir steigen, gewinnen wir eine bessere Ansicht und sehen, dass das Eis hier ein enges Thal

Quelle des Arveiron.

ausfüllt. Wir kommen zu einer andern seltsamen Erhöhung, nicht von so frischen Bruchstücken wie diejenigen weiter unten, sondern theilweise mit Bäumen bedeckt und ihrem Aussehen nach so „alt wie die Felsen". Sie erzählt eine wunderbare Geschichte. Wir sind bald darüber klar, dass die Erhöhung eine alte Moräne ist, und schliessen zu-

gleich, dass der Gletscher in einer frühern Periode seines Daseins viel grösser war als er jetzt ist. Diese alte Moräne erstreckt sich quer durch den Haupttheil des Thals und endigt an den Bergen der entgegengesetzten Seite.

108. Wenn wir am letzten Theil des Gletschers vorbeigekommen sind, welcher mit Steinen und Schutt bedeckt ist, befinden wir uns neben einer sehr bewunderungswürdigen Eisdarstellung. Der Gletscher steigt in einen steilen Schlund hinunter und wird dabei auf die ausserordentlichste Weise gespalten und gebrochen. Hier sind Thürme und Spitzen und phantastische Formen von der Einwirkung des Wetters ausgearbeitet, welche uns an rohe Architektur erinnern. Anbei folgt eine Zeichnung eines solchen Eiszackens. Aus den tiefen Abgründen des Gletschers schimmert ein zarter Schein von blauem Licht hervor. Zu Zeiten hören wir einen Ton wie Donner, welcher entweder aus dem Umfallen eines Eisthurms oder von dem Fall eines grossen Steins in einen Abgrund herrührt. Der Gletscher behält für einige Zeit diesen wilden, chaotischen Charakter, und die besten Gletscherbesteiger sehen sich bei einem Versuch, auf demselben weiter zu gelangen, machtlos.

109. Wir gelangen auf einen Platz, der Chapeau genannt, wo wir auf Verlangen in einer kleinen Berghütte Erfrischungen haben können. Wir übersteigen dann den Mauvais pas, einen steilen Felsen, an dessen Vorderseite Stufen ausgehauen sind, und

der ungeübte Reisende wird durch ein Seil unterstützt. Wir verfolgen unsern Weg, theils an der Bergseite entlang, theils an einer Spalte von eigenthümlich künstlichem Ansehen — eine Seitenmoräne. Wir erblicken zuletzt ein Haus, welches auf einer Erhöhung an der andern Seite des

Eispinnakel.

Gletschers steht. Es ist dies das Wirthshaus von Montanvert, allen Besuchern dieses Theils der Alpen wohlbekannt.

110. Hier gehen wir über den Gletscher. Ich hätte Ihnen sagen sollen, dass der tiefere Theil, mit sammt dem zerklüfteten Theil, über welchen wir gekommen sind, der Gletscher des Bois heisst;

während der Platz, über welchen wir jetzt gehen wollen, der Anfang der Mer de glace ist. Sie bemerken, dass dieser Ausdruck nicht ganz geeignet ist, denn der Gletscher gleicht hier mehr einem Flusse von Eis als einem Meere. Das Thal, welches er ausfüllt, ist ungefähr eine halbe englische Meile breit.

111. Das Eis mag zuweilen springen, wo wir auftreten, aber bei gehöriger Vorsicht ist keine Schwierigkeit beim Besteigen dieses Theils der Mer de glace. Die Risse und Klüfte im Eis werden Crevasses genannt; wir werden sie in grösserm Massstab noch später kennen lernen.

112. Sehen Sie diese Seite des Gletschers au und nieder. Er ist sehr zerklüftet, aber je weiter wir vordringen, je weniger solcher Crevasses sind sichtbar, und auf der andern Seite werden wir nur sehr wenige von ihnen finden. Merken Sie sich dies für spätere Anwendung. Das Eis ist anfangs schmuzig; aber der Schmuz verschwindet bald, und Sie gelangen auf die reine, rauhe Oberfläche des Gletschers. Sie haben schon bemerkt, dass das reine Eis hier weiss ist und in der Entfernung mehr dem Schnee als dem Eis gleicht. Dieses kommt von der Auflösung auf der Oberfläche durch die Sonnenwärme. Wenn Sie durchsichtiges Steinsalz zu Pulver stossen, so wird es so weiss wie Speisesalz, und es sind die ungemein kleinen Risse, die auf der Oberfläche des Gletschers durch die Sonnenstrahlen erzeugt werden, welche das Eis

Die Mer de glace mit dem Mont Tacul und der Grande Jorasse und der Kluft oberhalb von Trélaporte zur Rechten.

weiss erscheinen lassen. Im Innern des Gletschers ist das Eis durchsichtig. Nach einem angenehmen Uebergang gelangen wir auf die gegenüberliegende Seitenmoräne und steigen ihren steilen Abhang hinunter zu dem Montanvert-Wirthshaus.

§. 13. Die Mer de glace und ihre Quellen. Unsere erste Besteigung bis zur Schlucht.

113. Hier ist die Aussicht vor uns sehr grossartig. Wir sehen über den Gletscher weg die schöne Pyramide der Aiguille du Dru (auf unserm Titelbild dargestellt); und zur Rechten die Aiguille des Charmoz mit ihren scharfen Zacken, gebogen, als wären sie biegsam. Sieht man den Gletscher gerade hinauf, so wird die Aussicht begrenzt von den hohen Kämmen der Grande Jorasse, welche fast 14000 Fuss hoch ist. Unsere Absicht ist jetzt, in das innere Herz der Berge zu gelangen und den wundervollen gefrorenen Fluss, welchen wir oben überschritten haben, bis zu seinem Ursprung zu verfolgen.

114. Wenn wir von Montanvert ausgehen und den Gletscher unter uns links liegen lassen, erreichen wir bald einige Felsen, welche dem Mauvais Pas ähnlich sind; sie heissen Les Ponts. Wir überschreiten sie und erreichen l'Angle, wo wir das Land verlassen und auf Eis gelangen. Wir steigen den Gletscher hinan, aber bevor wir das Vorgebirge Trélaporte erreichen, nehmen wir noch-

mals den Bergweg; denn obgleich er seiner Gefahr wegen hier verboten ist, so sind wir gefasst, uns zum Besten der Wissenschaft Gefahren bis zu einer vernünftigen Grenze auszusetzen. Ein kleiner Gletscher liegt am Abhang zu unserer Rechten. Wir sehen einen oder zwei sehr grosse Felsblöcke am Ende des Gletschers im Gleichgewicht gehalten, und wenn wir Glück haben, können wir den Block sich loslösen und den Abhang heftig hinabstürzen sehen. Wir haben nur Gegenwart des Geistes nöthig, um ganz sicher zu sein; aber Reisende zeigen nicht immer Geistesgegenwart, und daher ist der Weg, welcher sonst über diesen Abhang führte, jetzt verlassen. Der ganze Abhang ist mit Felsmassen übersäet, welche dieser kleine Gletscher herniedergesandt hat. Ich wünschte, Sie könnten dieselben sehen; später soll von diesen noch mehr die Rede sein.

115. Ueber Trélaporte zur Rechten sehen Sie eine sehr eigenthümliche Kluft in dem Felsen, in deren Mitte ein einsamer Pfeiler steht, welcher vom Wetter ausgehauen worden ist. Unsere nächste Absicht ist zu dem Felsenthurm links von dieser Kluft zu gelangen, denn von diesem Platz aus gewinnen wir eine beherrschende und lehrreiche Aussicht auf die Mer de glace und ihre Quellen.

116. Die besprochene Kluft mit ihrem Pfeiler kann man rechts auf der vorhergehenden Zeichnung der Mer de glace sehen. Unterhalb der Kluft sieht man auch den soeben besprochenen Gletscher.

117. Wir können diese Schlucht durch eine steile Gosse erreichen, welche von unserm jetzigen Standpunkt aus sichtbar ist und gerade auf die Kluft zuführt. Aber diese Gossen oder Abflüsse sind sehr gefährlich, da sie der Weg für die Steine sind, welche aus den Höhen herabfallen. Wir wollen daher den Weg über die Felsen links von dem Abfluss nehmen, nachdem wir durch genaue Untersuchung ihre besteigbaren Punkte festgestellt haben und sie dort besteigen. In den Alpen wie anderswo können ausserordentliche Dinge vollbracht werden, wenn man die Schwierigkeiten fest ins Auge fasst und sie da zu überwinden versucht, wo dies erreichbar erscheint. So gelangen wir an unser Ziel, wo die Pracht des Anblicks und die Einsicht in die Bildung der Mer de glace uns reichlich für die Anstrengung des Besteigens belohnt.

118. Denn wir sehen den Gletscher unter uns seine gefrorene Zunge über Montanvert hinaus erstrecken. Und wir finden jetzt, dass dieser einzige Gletscher sich in drei Arme theilt, deren einige breiter als er selbst sind. Betrachten Sie den Arm zu Ihrer Rechten, den Gletscher du Géant. Er streckt sich in einer langen Entfernung glatt aus, wird dann unterbrochen und verwandelt sich später in einen grossen gefrorenen Wasserfall, in welchem das Eis in wilder Verwirrung herniederzustürzen scheint. Ueber dem Fall sehen Sie ein Schneefeld, welches eine Fläche von einigen englischen Quadratmeilen einnimmt.

§. 14. Eiswasserfall und Schneefelder auf dem Col du Géant.

119. Anstatt auf die Höhe, wo wir jetzt stehen, zu klettern, hätten wir unsern Weg auf der Mer de glace fortsetzen, um das Vorgebirge von Trélaporte herumgehen und den Gletscher du Géant gerade hinaufsteigen können. Wir würden Eis unter unsern Füssen bis zur höchsten Spitze des Wasserfalls gefunden haben. Es ist nicht so fest wie das Eis weiter unten, aber Sie würden sich nicht bedenken, es doch auch Eis zu nennen.

120. Während wir uns dem Fall nähern, verändert sich das glatte und ungebrochene Aussehen des Gletschers mehr und mehr. Wir begegnen querlaufenden Erhöhungen, die mit zunehmender Steilheit aufeinanderfolgen. Das Eis wird mehr und mehr gespalten und liegt verworren umher. Wir winden uns durch gekrümmte Schluchten, erklimmen ungeheuere Eiswände und klettern vorsichtig an abbröckelnden Kämmen vorbei, während wir rechts und links von Rissen (crevasses) umgeben sind. Die Verwirrung nimmt zu, bis weiteres Vordringen in der Mitte des Gletschers unmöglich wird.

121. Aber mit Hülfe einer Axt, welche Stufen in die steilern Eiswände und Abhänge einhaut, können wir durch Abschweifen bald nach dieser,

bald nach jener Seite des Gletschers uns bis auf die Spitze des Wasserfalls durcharbeiten. Wenn wir rechts hinaufsteigen, müssen wir uns vor den Eislavinen schützen, die zuweilen die Abhänge herunterdonnern; steigen wir links hinauf, so müssen wir uns vor den Steinen in Acht nehmen, welche sich von der Aiguille noire loslösen. Wenn wir den Wasserfall verlassen haben, müssen wir uns vor den Crevasses hüten, welche in einiger Entfernung über dem Fall fürchterlich gähnen. Aber mit Vorsicht können wir um sie herum kommen und sie zuweilen auf Schneebrücken überschreiten. Hier sind Geschicklichkeit und Kenntniss, welche nur durch lange Uebung erlangt werden können, von Wichtigkeit, und hier ist die Anwendung des Alpenseils von selbst gerathen. Denn nicht genug, dass die Schneebrücken oft schwach sind, so sind auch zuweilen ganze Crevasses bedeckt, und der unglückliche Reisende entdeckt erst ihr Dasein, wenn der Schnee unter seinen Füssen zusammenbricht. Viele Menschen haben auf diese Weise ihr Leben verloren, und zwar einige erst ganz kürzlich.

122. Sind wir erst auf dem Plateau oberhalb des Eisfalls, so finden wir die Oberfläche vollkommen verändert. Unter dem Fall gingen wir auf Eis; hier sind wir auf Schnee. Nach einem angenehmen, aber langen Aufsteigen erreichen wir einen Einschnitt in der Erhöhung, welcher die Grenze zwischen Schneefeld und Spitze bildet, und nun haben

Sie Italien vor sich. Wir stehen auf dem berühmten Col du Géant.

123. Nicht unnütze Ausreisser, die in die Berge flüchteten, haben diesen wilden Schlupfwinkel zuerst bekannt gemacht; auch war es nicht das Bedürfniss nach Gesundheit, welches jetzt einige herlockt, oder die Freude an Grossartigkeit und Schönheit, welche andere herbringt; noch der Wunsch, sagen zu können, dass sie einen Berg erklommen oder einen Gipfel erstiegen haben, welcher, wie ich fürchte, einen grossen Theil anlockt; sondern es war der Drang nach Kenntniss, welcher die ersten Kundschafter hierher brachte, und auf diesem Col lebte der berühmte de Saussure siebzehn Tage, um wissenschaftliche Beobachtungen zu machen.

§. 15. Die Gletscherfrage.

124. Ich möchte Sie jetzt bitten, einen Augenblick die Thatsachen in Betrachtung zu ziehen, in deren Besitz wir durch diesen Ausflug gekommen sind. Der Schnee, welchen wir in Gedanken durchwatet haben, ist der Schnee des letzten Winters und Frühlings. Hätten wir im vergangenen August ein geeignetes Zeichen auf der Oberfläche des Schnees gemacht, so würden wir es in diesem August in einer bestimmten Tiefe unter der Oberfläche finden. Ein guter Theil ist von der Sommersonne weggeschmolzen worden, aber ein ansehn-

licher Theil vom Schnee bleibt zurück und wird fortdauern, bis der Schnee des kommenden Winters fällt und ihn bedeckt. Dieser wird wiederum zum Theil bis zum darauffolgenden August erhalten bleiben, und ein beträchtlicher Theil bleibt, bis er vom Schnee des folgenden Winters bedeckt wird. Wir kommen auf diese Weise zu dem sichern Schluss, dass auf dem Plateau des Col du Géant die Menge des jährlich fallenden Schnees die geschmolzene Menge übersteigt.

125. Wären wir im Monat April oder Mai gekommen, so würden wir den Gletscher unterhalb des Eisfalls ebenfalls mit Schnee bedeckt gefunden haben, welcher jetzt durch die Sommerhitze vollständig weggeräumt ist. Noch mehr, das Eis ist auf dieser Stelle sichtbar im Schmelzen und bildet laufende Bäche, welche Kanäle in das Eis schneiden und sich hier und da zu kleinen blaugrünen Seen ausdehnen. Hieraus können Sie mit Sicherheit schliessen, dass unterhalb des Eisfalls die Menge der fallenden gefrorenen Masse geringer ist als die Menge der schmelzenden.

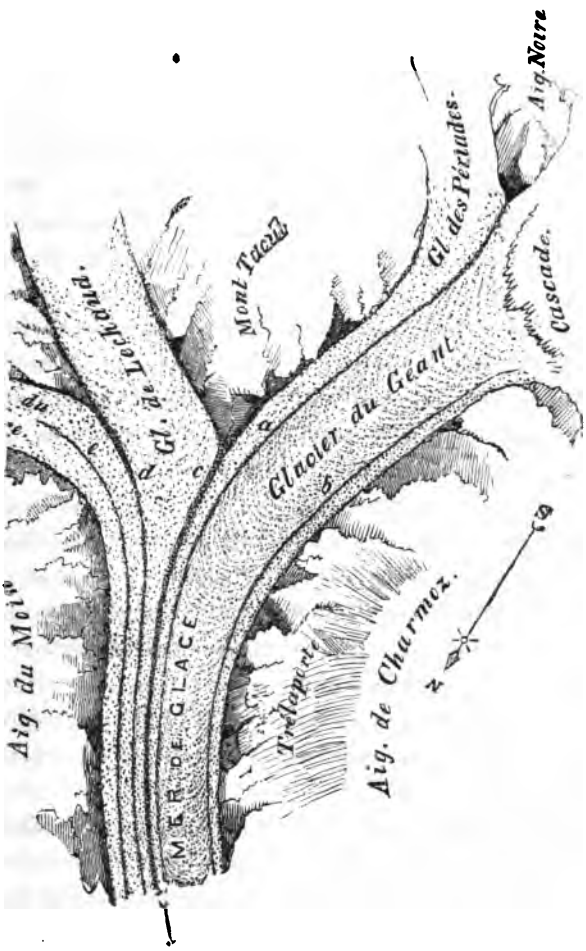
126. Und dies zwingt uns noch einen andern Schluss auf: zwischen dem Gletscher unterhalb des Eisfalls und dem Plateau über demselben muss eine Linie bestehen, wo die Menge des fallenden Schnees genau gleich kommt der Menge des jährlich schmelzenden. Dies ist die Schneelinie. Auf einigen Gletschern ist sie ganz deutlich, und sie würde hier auch deutlich sichtbar sein, wenn

das Eis weniger geborsten und verworren wäre als es gegenwärtig der Fall ist.

127. Der französische Ausdruck névé dient zur Bezeichnung der Eisregionen über der Schneelinie, während das Wort Gletscher (glacier) für das Eis unterhalb derselben gebraucht wird. So bilden die Schneefelder des Col du Géant das névé für den Gletscher du Géant und zum Theil auch für die Mer de glace.[1]

128. Aber wenn jedes Jahr einen Rest Schnee ungeschmolzen auf dem Plateau des Col du Géant zurücklässt, so folgt daraus, dass das Plateau jährlich höher werden muss, vorausgesetzt, dass der Schnee auf demselben liegen bleibt. Ebenso sicher ist der Schluss, dass die ganze Länge des Gletschers unterhalb des Falles allmählich geringer werden müsste, wenn der Verbrauch des jährlich schmelzenden Schnees nicht ausgeglichen würde. Nehmen wir an, zwei Fuss Schnee blieben jährlich auf dem Col zurück; dies würde in fünftausend Jahren eine viel bedeutendere Höhe als die des Montblanc erzeugen. Eine solche Anhäufung würde stattfinden, wenn der Schnee auf dem Col liegen bliebe; aber die Anhäufung findet nicht statt, folglich bleibt der Schnee nicht auf dem Col. Die Frage ist nun, wo kommt er hin?

[1] Dem französischen „névé“ entspricht das deutsche Wort „Firn“, welches in einigen Theilen der Schweiz üblich ist, während in Tirol der Gletscher selbst Firner oder Ferner genannt wird. Anmerkung des Herausgebers.



Skizze der Moränen a, b, c, d, e der Mer de glace.

§. 16. Zweige und Mittelmoränen der Mer de Glace von der Kluftstation.

129. Wir werden uns sofort mit dieser Frage beschäftigen. Werfen wir indessen einen Blick auf das Eisthal vor uns, das sich zwischen dem Mont Tacul und der Aiguille de Léchaud aufwärts bis an den Fuss des grossen, die Grande Jorasse genannten Bergrückens erstreckt. Es heisst Glacier de Léchaud, empfängt an seinem obern Ende den Schnee der Jorasse und des Mont Mallet, und schliesst sich bei dem Vorgebirge Tacul an den Glacier du Géant an. Die Gletscher sehen wie zusammengeschweisst aus, wo sie sich vereinigen, aber sie setzen sich doch selbständig fort. Zwischen beiden lässt sich deutlich ein Streifen von Steintrümmern verfolgen (c auf beigefügter Skizze); ein ähnlicher, wenn auch schmalerer Streifen (a) geht von der Verbindung des Glacier du Géant mit dem Glacier des Périades am Fuss der Aiguille Noire aus, und zieht sich an der Mer de Glace entlang.

130. Wir sehen noch einen andern Gletscher, oder einen Theil davon, links, welcher scheinbar in zerbrochenen Stücken durch eine enge Schlucht fällt (die Cascade du Talèfre auf anliegender Skizze) und sich an den Léchaud anfügt; von ihrem Vereinigungspunkt aus läuft auch ein Trümmerstreifen (d) an der Mer de Glace entlang

herunter. Hinter diesem bemerken wir noch einen Streifen (e), welcher am Fuss des Eisfalls zu beginnen scheint, also gleichsam aus dem Gletscher selbst entspringt. Neben allen diesen können wir die Seitenmoräne der Mer de Glace wahrnehmen.

131. Diese Streifen sind die Mittelmoränen der Mer de Glace. Wir werden gleich mehr über sie erfahren.

132. Und nun, nachdem wir uns durch diese Beobachtungen unterrichtet haben, lassen wir unsere Blicke dahinschweifen über das ganze grossartige Bild, die zersplitterten Gipfel und die zerrissenen und zackigen Kämme, die weit hingestreckten Schneefelder, die schmalern Gletscher, welche auf den Höhen nisten, den tiefblauen Himmel und die segelnden Wolken. Ist es nicht einiger Anstrengung werth, über ein solches Bild zu gebieten? Aber unser Vergnügen wird erhöht durch das Bewusstsein, dass wir nicht gekommen sind, blos um zu schauen; wir kamen, uns zu belehren über das Wesen der Gletscher, und dieser hohe Genuss ist nur eine Zugabe zu unserer Arbeit. Durch das ganze Leben werden Sie es ebenso finden: ohne ernste Mühe keine wahre Freude!

§. 17. Die Talèfre und der Jardin. Arbeit zwischen den Spalten.

133. Jetzt lasst uns denn hinabsteigen zur Mer de Glace; ich will Sie quer über den Gletscher zu

jenem zerbrochenen Eisfall führen, dessen Ursprung wir noch nicht gesehen haben. Unser Ziel ist die fernere Seite des Gletschers, und um sie zu erreichen, müssen wir jene dunkeln Trümmerstreifen überschreiten, welche wir von der Höhe aus beobachtet haben. Von oben gesehen schienen diese Moränen flach, aber jetzt finden wir, dass es zwanzig bis dreissig Fuss hohe Kämme von Steinen und Schutt sind.

134. Wir verlassen das Eis an einer Stelle, welche der Couvercle (Deckel) heisst, und wenden uns, immer höher steigend, um dieses Vorgebirge; wir zwängen uns durch die Egralets, eine Art natürlicher Treppe im Felsen, und bald darauf erlangen wir eine volle Ansicht des Eisfalls, dessen Ursprung wir suchen. Das Eis auf dem Fall ist sehr zerbrochen; wir sehen Spitzen und Thürmchen, einige gerade, andere schräg, und wenn wir Glück haben, sehen wir einige gerade fallen, wie auf dem Glacier des Bois; und dazwischen Abgründe, aus denen ein zartes blaues Licht heraufscheint. Den Eisfall zu unserer Rechten steigen wir weiter aufwärts, bis wir endlich eine volle Uebersicht über ein weites Gletscherbecken gewinnen, das fast eben ist und in dessen Mitte sich eine einsame, ganz von Eis umgebene Insel befindet. Wir stehen am Rande des Talèfregletschers und sehen, wie er sich mit dem Eisfall verbindet, an dem wir vorbeigeschritten sind. Der Gletscher ist von felsigen Wänden eingefasst, deren

Kämme in Zacken und Kanten zerrissen und zerhackt sind, und gestützt von Schneewällen, in denen die herabrollenden Steine Rinnen gebildet haben.

135. Wir durchschneiden das Becken bis zur Insel in der Mitte, und finden Gras und Blumen an der Stelle, wo wir sie betreten. Dies ist der berühmte Jardin (Garten), von dem Sie oft gehört haben. Der obere Theil des Jardin ist nackter Fels. Dicht dabei erhebt sich eine der vornehmsten Spitzen in diesem Theil der Alpen, die Aiguille Verte. Sie ist zwischen dreizehn- und vierzehntausend Fuss hoch, und wenn frischer Schnee gefallen ist, donnern an ihren Seiten unaufhörlich Lavinen herunter. Von einem ihrer Vorsprünge läuft ein Moränestreifen an dem Talèfre nieder, vom Jardin geht ein ähnlicher Moränestreifen aus. Beide ziehen sich nebeneinander bis zur Spitze des Eisfalls, wo sie von den Abgründen verschlungen werden. Aber am Fusse des Falls erscheinen sie wieder, wie neu aus dem Gletscher entsprungen, und laufen nachher an der Mer de Glace entlang weiter fort.

136. Wandern Sie nun mit mir neben der Moräne her vom Jardin nach dem Eisfall hinunter. Eine Zeit lang ist die Anstrengung gering; die Spalten, die uns begegnen, sind kein Hinderniss für unsern Marsch. Aber die Schlünde werden allmählich breiter und wilder, bald folgt einer so kurz hinter dem andern, dass kaum mehr als Wände von Eis dazwischen bleiben. Hier ist voll-

kommene Festigkeit der Füsse nothwendig: — ein Ausgleiten wäre sicherer Tod. Wir schauen nach dem Fall hin und bemerken, wie das Gewirr von Wänden und Blöcken und Klüften unter uns zunimmt. Da gebieten Vorsicht und Vernunft endlich Halt! Wir müssen uns nach rechts oder nach links wenden, um, an den Eiskämmen entlang kletternd, Schlünde zu beiden Seiten, die rechte oder linke Seitenmoräne des Gletschers zu erreichen.

§. 18. Die ersten Fragen über die Bewegung der Gletscher. Verschiebung von Gegenständen, welche in einer Spalte begraben werden.

137. Aber was sind denn diese Seitenmoränen? Wenn wir so Tag für Tag an den Gletschern entlang wandern, wird uns ihr Ursprung allmählich ganz klar. Wir sehen, wie von den Bergabhängen in Zwischenräumen Steine und Schutt herunterrollen und von dem Eis aufgehalten werden. Am ganzen Saum des Gletschers entlang fallen die Steine und die Schuttmassen, und es wird bald augenscheinlich, dass wir hier die Quelle der Seitenmoränen haben.

138. Wofür sollen wir jedoch die Mittelmoränen ansehen? Wie kommt das Geröll dazu, sich auf dem Gletscher in solchen geraden Streifen zu ordnen, einige hundert Ellen weit von seinem Rand, während der Raum zwischen den Moränen und dem Rand des Gletschers rein von Schutt und

Steinen bleibt? Einige haben behauptet, die Steine seien von den Seiten über den Gletscher gerollt, aber diese Behauptung ist bei näherer Prüfung unhaltbar. Erinnern wir uns jetzt an das, was wir von dem Ueberschuss des Schnees gesagt haben, der oberhalb der Schneegrenze fällt, und an die sich daran knüpfende Frage: Wo bleibt dieser Schnee? Wäre es möglich, dass sich die ganze Masse langsam abwärts bewegte? In diesem Falle würden die Seitenmoränen von dem Eis, auf welchem sie ruhen, mitgeschleppt werden, und wo zwei Gletscherarme sich vereinigen, würden sich ihre benachbarten Seitenmoränen zusammenlegen und so eine Mittelmoräne auf dem Hauptgletscher bilden.

139. Wir sehen in der That keinen Ausweg, den Ueberschuss an Schnee oberhalb der Schneegrenze zu erklären, wir wissen nicht, wie so viel Eis, das fortwährend unterhalb der Schneelinie schmilzt, ersetzt werden soll, wir finden auch keine Erklärung für die Mittelmoränen, — ausser wenn wir annehmen, dass von den höchsten Schneefeldern des Col du Géant, des Léchaud und des Talèfre bis zum äussersten Ende des Glacier des Bois die ganzen gefrorenen Massen thalwärts wandern.

140. Wären Sie älter, so würde ich mir das Vergnügen machen, Sie auf den Montblanc mitzunehmen. Von Chamouni aus gingen wir erst durch Gehölz und Weideland, dann an steilem Abhang hinauf, mit dem Glacier des Bossons zu unserer Rechten, zu einem Felsen, der Pierre

Pointue (spitzer Stein) genannt wird: von da zu einem höhern Felsen, Pierre de l'Échelle (Leiterstein) genannt, weil hier gewöhnlich eine Leiter zur leichtern Ueberschreitung der Gletscherschründe aufgestellt ist. Bei der Pierre de l'Échelle kämen wir auf das Eis, und unter der Aiguille du Midi fortgehend, welche sich zur Linken aufthürmt und zuweilen einen Theil der Fährte mit Steinlavinen verschüttet, würden wir den Glacier des Bossons überschreiten; weiter zwischen Wällen von aufgehäuftem Geröll und Thürmen von Eistrümmern; an steilen Abhängen empor und über Abgründe, so tief, dass ihr Boden in Dunkelheit verschwindet.

141. So erreichen wir die Felsen der Grands Mulets, welche eine Art kahler Insel in der eisigen See bilden; weiter geht es auf die höhern Schneefelder, quer über das Petit Plateau, das wir von Eisblöcken versperrt finden würden. Zur Rechten blickend, können wir sehen, woher diese gekommen sind, denn hier erheben sich mit drohender Miene hoch über uns die Eisspitzen* des Dome du Gouté. Die Führer wünschen, dass man die Stelle schweigend passirt, und man kann ihnen gewiss den Willen thun, wie sehr Sie auch zweifeln mögen, dass die menschliche Stimme im Stande sei, die Eisriffe zum Fallen zu bringen. Von dem Petit

* Dieselben werden Séracs genannt wegen ihrer Aehnlichkeit in Form und Farbe mit einer geringen Sorte Quarkkäse, der in Chamouni diesen Namen führt.

Plateau trägt uns eine steile Schneewand nach dem Grand Plateau; in den ganzen Alpen ist mir nichts bekannt, das bei Tagesanbruch grösser und feierlicher wäre als die Aussicht von diesem Punkt.

142. Ein Ziel unserer Ersteigung wäre nun erreicht; denn hier auf der Höhe des Grand Plateau

Eisspalte auf dem Grand Plateau.

und am Fuss des letzten Abhanges von dem Montblanc würde ich Ihnen eine grosse Spalte zeigen, in welche drei Führer durch eine Lavine im Jahre 1820 herabgestürzt wurden.

143. Ist dies richtig ausgedrückt? — Eine Spalte, kaum unterscheidbar von der gegenwärtigen, ist unzweifelhaft im Jahre 1820 hier vorhanden gewesen.

Aber war es die jetzt bestehende Spalte selbst? Ist das geborstene Eis hier heute dasselbe wie das, welches vor 51 Jahren schon geborsten war? Keineswegs! — Wie wird das bewiesen? — Durch die Thatsache, dass länger als vierzig Jahre nach ihrer Verschüttung die Ueberreste dieser drei Führer nahe bei dem Ende des Glacier des Bossons gefunden wurden, mehrere Meilen unterhalb der bestehenden Spalte.

144. Dieselbe Beobachtung erweist auch ganz klar, dass es das Bodeneis der höhern Schneefelder ist, welches zum Oberflächeneis nahe am untern Rande des Gletschers wird. Die Abnahme an der Oberfläche unterhalb der Schneelinie bringt die tiefern Schichten des Eises immer mehr ans Tageslicht.

145. Es gibt zahlreiche unverkennbare Anzeigen des Vorhandenseins einer Gletscherbewegung, wenn dieselbe auch zu langsam vor sich geht, um auf einmal in die Augen zu fallen. Die Spalten verändern sich innerhalb gewisser Grenzen von Jahr zu Jahr, bisweilen von Monat zu Monat. Dies könnte nicht sein, wenn sich das Eis nicht bewegte. Es sind auch Felsen und Steine beobachtet worden, welche vollständig von den Bergabhängen abgerissen wurden. Blöcke, die man von bestimmten Punkten hat fallen sehen, sind nachher tiefer unten wieder gefunden worden. Auf den Moränen fanden sich Felsstücke von gänzlich anderer mineralogischer Beschaffenheit als die der Berge zur Rechten und

Linken, und in allen diesen Fällen sind Schichten von derselben Beschaffenheit höher oben am Rande des Gletschers gefunden worden. Hieraus folgt, dass die fremden Steinblöcke von dem Eis heruntergeschwemmt wurden. Ferner bearbeiten die Enden oder „Zungen“ vieler Gletscher das davorliegende Land wie Pflugscharen, mit langsamer, aber schonungsloser Gewalt Hütten und Scheunen umstürzend, die ihnen im Wege liegen. Thatsachen dieser Art sind nichts Neues für die Bewohner der Hochalpen, die dadurch im allgemeinen wol mit der Bewegung der Gletscher bekannt geworden sind.

§. 19. Die Bewegung der Gletscher. Messungen von Hugi und Agassiz. Treiben von Hütten auf dem Eis.

146. Aber die Entwickelung der Erkenntniss schreitet fort von der Allgemeinheit zur Bestimmtheit, und genaue Feststellungen des Grades der Gletscherbewegung wurden bald wünschenswerth. Mit Bezug auf solche Messungen wird ein Gletscher im Berner Oberland ewig denkwürdig bleiben. Von der kleinen schweizerischen Stadt Meyringen gehen wir nach dem Haslithal hinauf, vorüber an dem berühmten Handeckwasserfall, wo der Aarfluss in einen über zweihundert Fuss tiefen Abgrund stürzt. Wir nähern uns dem Grimselpass, aber anstatt ihn zu überschreiten, wenden wir uns nach rechts und folgen stromaufwärts dem Lauf der

Aar. Wir finden, dass die Aar, wie Rhône und Arveiron, aus einem Gletscher entspringt.

147. Wir begeben uns auf das Eis oder vielmehr auf die tiefe Moräneschindel, welche das Eis bedeckt, und steigen weiter. Es ist ein böser Weg, aber nach einiger Zeit werden wir den Schutt los und gelangen zu einem ausgedehnten Gletscher mit einer grossen, auf seinem Rücken entlang laufenden Mittelmoräne. Diese Moräne wird durch die Verbindung zweier Gletscherarme gebildet, des Lauteraar- und des Finsteraargletschers, welche sich bei einem Vorgebirge, das der „Abschwung“ heisst, zu dem Hauptgletscher, dem Unteraargletscher vereinigen.

148. Auf dieser grossen Mittelmoräne baute im Jahre 1827 ein unerschrockener und begeisterter schweizer Professor, Hugi aus Solothurn, eine Hütte, mit der Absicht, Beobachtungen über den Gletscher anzustellen. Seine Hütte bewegte sich, und er mass ihre Bewegung. In den drei Jahren von 1827 bis 1830 war sie um 330 Fuss abwärts gerutscht. Im Jahr 1836 war sie 2354 Fuss tief gerutscht, und 1841 fand sie Herr Agassiz 4712 Fuss unterhalb ihrer ersten Lage.

149. Im Jahre 1840 suchte Herr Agassiz selbst mit einigen kühnen Begleitern Schutz unter einer grossen überhängenden Felsplatte auf derselben Moräne, indem sie noch Seitenwände und andere Schutzmittel daranfügten. Und weil er und seine Kameraden aus Neufchâtel kamen, wurde die Hütte

noch lange nachher Hôtel des Neufchâtelois genannt. Zwei Jahre nach seiner Aufrichtung fand Agassiz, dass das „Hôtel“ sich 486 Fuss nach unten bewegt hatte.

§. 20. Genaue Messungen von Agassiz und Forbes. Beweis der Aehnlichkeit der Gletscherbewegung mit der Bewegung der Flüsse.

150. Wir nähern uns jetzt einem wichtigen Abschnitt in der Geschichte der Gletscherkunde. Hätten die ersten Forscher eine praktische Kenntniss der bei der Feldmesskunst gebrauchten Präcisionsinstrumente gehabt, so wären genaue Messungen der Bewegung der Gletscher vermuthlich viel früher ausgeführt worden. Wir stehen jetzt im Begriff zu sehen, wie solche Instrumente fast gleichzeitig von Agassiz auf dem Unteraargletscher und von Professor Forbes auf der Mer de Glace eingeführt werden. Versuche waren schon von Herrn Escher von der Linth gemacht worden, die Bewegung einer Reihe von Holzstöcken zu bestimmen, die er in den Aletschgletscher eingetrieben hatte; aber das schnelle Schmelzen warf die Stöcke bald um. Dem abzuhelfen, unterzog sich Agassiz 1841 der grossen Mühe, Bohrwerkzeuge nach seinem „Hôtel“ mitzunehmen und den Unteraargletscher an sechs verschiedenen Stellen bis zu zehn Fuss Tiefe in einer quer über den Gletscher gezogenen geraden Linie anzubohren. In die sechs

Löcher wurden sechs Pfähle so fest eingetrieben, dass sie ein Jahr lang im Gletscher blieben, und 1842 wurden dann an allen sechs die Verschiebungen festgestellt. Dieselben betrugen nach der Reihe ihrer Lage 160, 225, 269, 245, 210 und 125 Fuss.

151. Hiermit war ein grosser Vorsprung gewonnen. Beachten wir, dass die mittlern Zahlen die grössten sind. Sie entsprechen dem mittlern Theile des Gletschers. Somit stellen diese Messungen folgerichtig fest, nicht nur die Thatsache der Gletscherbewegung, sondern auch, dass die Mitte des Gletschers, wie die eines Flusses, sich schneller fortbewegt als seine Seiten.

152. Mit Hülfe geübter Ingenieure setzte Agassiz diese Messungen in den nächstfolgenden Jahren fort. Seine Untersuchungen sind in einem „Système Glaciaire" betitelten Werk verzeichnet, das zusammen mit einem prächtigen Atlas des Unteraargletschers im Jahre 1847 veröffentlicht wurde.

153. Diese Bestimmungen wurden mit Hülfe eines Höhenmessers (Theodolit) gemacht, mit dem ich Sie alsobald bekannt machen werde. Dasselbe Instrument wurde im selben Jahre von dem verstorbenen Rector Forbes auf der Mer de Glace angewendet. Auch er entdeckte ganz selbständig die grössere Bewegung der Mitte. Er zeigte ausserdem, dass es nicht nöthig ist, ein Jahr oder auch nur eine Woche zu warten, um die Bewegung des Gletschers zu bestimmen. Mit einem genau eingerichteten Höhenmesser war er im Stande, die

Bewegung verschiedener Punkte der Mer de Glace von Tag zu Tag festzustellen. Er versicherte, und mit Recht, dass die Bewegung des Gletschers von Stunde zu Stunde angegeben werden könne. Wir werden dies weiter unten (Satz 162) beweisen. Professor Forbes mass auch die ganze Mer de Glace aus und entwarf eine ausgezeichnete Karte derselben. Seine ersten Beobachtungen und seine Messungen sind niedergelegt in einem berühmten, 1843 herausgegebenen Buche mit dem Titel „Travels in the Alps“ (Alpenwanderungen).

154. Diese Beobachtungen wurden gleichfalls in den nächstfolgenden Jahren fortgesetzt und die Ergebnisse in einer Reihe höchst interessanter loser Briefe und Abhandlungen niedergelegt. Diese wurden dann zu einem Band zusammengestellt, der unter dem Titel „Occasional Papers on the Theory of Glaciers (Gelegentliche Notizen zur Gletschertheorie) 1859 veröffentlicht wurde. Die Arbeiten von Agassiz und Forbes sind die beiden Hauptquellen unserer Kenntnisse von den Erscheinungen der Gletscherwelt.

§. 21. Der Höhenmesser und seine Anwendung. Unsere eigenen Messungen.

155. Soweit wäre mein Zweck erreicht. Ich habe Ihnen Beweise gegeben für die Bewegung der Gletscher und einen geschichtlichen Bericht über ihre Messung. Jetzt müssen wir versuchen, durch

eigene Arbeit auf dem Eis etwas zur Kenntniss der Gletscher beizutragen. Entschlossenheit darf uns nicht fehlen bei dem Beginn unserer Arbeit, aber ebenso wenig Ausdauer und Geduld in ihrem weitern Verlauf. Betrachten Sie nun diesen Höhenmesser; er besteht wesentlich aus einem Fernrohr und einem in Grade eingetheilten Kreisbogen; das Fernrohr kann auf- und niederbewegt werden und der Kreisbogen, an dem das Fernrohr befestigt ist, nach rechts und nach links. Soll nur eine sehr geringe Bewegung mit grosser Genauigkeit gemacht werden, so benutzt man die angebrachten geeigneten Schrauben, Tangentenschrauben genannt. Das Instrument ruht auf drei Füssen, die beweglich sind, aber bei gehöriger Aufstellung vollkommen feststehen.

156. Zwei Wasserwagen sind im rechten Winkel zueinander auf dem eben erwähnten Kreisbogen befestigt. Durch Uebung gelangt man dahin, die Füsse des Instruments zu regieren und so aufzustellen, dass der Kreisbogen ziemlich wagerecht steht. Mit Hülfe von vier Stellschrauben stellen wir ihn genau wagerecht. Gerade unter der Mitte des Instruments befindet sich ein kleiner Haken, von welchem ein Bleiloth herabhängt; wo die Spitze des Bleiklöppels den Fels berührt, machen wir ein Zeichen, oder, wenn die Erde weich ist, treiben wir genau unter dem Loth einen Pflock ein. Hängen wir dann zu irgendeiner spätern Zeit das Loth wieder auf, so finden wir auf eine Haar-

breite den heutigen Standpunkt des Instruments wieder.

157. Sehen Sie nun durch das Fernrohr; Sie finden die Sehfläche von zwei der feinsten Spinnwebefäden durchkreuzt. Bei der wirklichen Benutzung richten wir das Fernrohr quer über den Gletscher, bis der Kreuzungspunkt der beiden Fäden genau einen gut bestimmbaren Punkt an einem Baum oder Felsen auf der andern Seite des Thales deckt. Diesen unsern festen Visirpunkt skizziren wir mit seiner nächsten Umgebung in ein Notizbuch, sodass wir ihn bei unserer Wiederkehr auf denselben Platz sofort wiederzuerkennen vermögen. Denken Sie sich nun eine gerade Linie von dem Mittelpunkte des Fernrohrs nach diesem Punkt hin gezogen und nehmen Sie an, dass diese Linie so gerade herunter auf den Gletscher fiele, als ob jeder Punkt der Linie ein fallender Stein wäre; so haben wir auf dem Gletscher eine Linie, auf welcher wir eine Reihe von Stöcken befestigen müssen.

158. Ein geschulter Gehülfe steht schon auf dem Gletscher. Er richtet seinen Pfahl auf und stellt sich dahinter; das Fernrohr wird nun heruntergelassen, ohne dass es nach rechts oder links schwankt; mathematisch ausgedrückt: es bleibt in derselben lothrechten Ebene. Das Fadenkreuz im Fernrohr trifft das Eis vermuthlich in einer kleinen Entfernung von dem Pfahl des Gehülfen; auf unser Winken mit dem Arm geht er rechts

oder links; geht er zu weit, so winken wir ihm zurück. Nach ein paar Versuchen weiss er, ob er nahe am richtigen Punkt ist und macht dann kleinere Bewegungen. Bald trifft er genau den von der Kreuzung der Fäden bedeckten Punkt. Ein gegebenes Zeichen sagt ihm, dass er's getroffen; mit einem Bohrer macht er ein Loch in das Eis und rammt einen Pfahl ein. Dann geht er weiter und nimmt genau in derselben Weise den zweiten Punkt auf. Sind erst ein paar Pfähle eingerammt, so ist der Gehülfe sehr schnell im Stande, die übrigen Punkte aufzunehmen. Jede erforderliche Zahl von Pfählen kann so in gerader Linie quer über den Gletscher gepflanzt werden.

159. Am nächsten Morgen messen wir die Bewegung sämmtlicher Pfähle. Wir bringen den Höhenmesser wieder in seine frühere Stellung und richten ihn auf das sorgfältigste wagerecht. Wir stellen das Fernrohr erst auf den Visirpunkt auf der gegenüberliegenden Thalseite ein, indem wir es mit der Stellschraube bewegen, bis der Kreuzungspunkt der Fäden genau den Visirpunkt deckt. Das Fernrohr wird nun heruntergelassen bis auf den ersten Pfahl, neben dem auch schon unser geübter Gehülfe steht. Er ist jetzt mit einem Zollstock versehen. Ein Blick zeigt uns, dass der Pfahl sich nach unten bewegt hat. Auf unsere Zeichen nimmt der Gehülfe wieder den Punkt auf, von dem wir gestern ausgingen und bestimmt dann die Entfernung von diesem Punkt bis zum Pfahl. Nehmen

wir an, dass sie sechs Zoll beträgt; so weit hat sich also der Pfahl fortbewegt.

160. Wir notiren sorgfältigst auf Stunde und Minute die Zeit der Eintreibung jedes Pfahls, und dann wieder auf Stunde und Minute die Zeit der Messung seiner Entfernung vom ersten Standort; das setzt uns in Stand, die genaue tägliche Bewegung eines gegebenen Punktes zu berechnen. Die Strecken, durch welche sich die andern Pfähle bewegt haben, werden vollkommen auf dieselbe Art und Weise bestimmt.

161. So begeben wir uns denn an die Arbeit, indem wir erst immer unserm Verstande klar machen, was zu thun ist, und uns dann vergewissern, dass es mit Genauigkeit gethan wird. Um unserm Werk eine wirkliche Unterlage zu geben, werde ich die auf der Mer de Glace 1857 thatsächlich ausgeführten Messungen und die damals angestellten Betrachtungen hier anführen. Das Einzige, was ich von Ihrer Einbildungskraft verlange, ist, dass Sie sich vorstellen, dass wir die Beobachtungen zusammen anstellen. Der Mühe der Messungen hat sich grösstentheils Herr Hirst unterzogen.

§. 22. Bewegung der Mer de Glace.

162. Am 14. Juli also finden wir uns am Fusse des Glacier des Bois, nicht weit von der Quelle des Arveiron. Wir richten unser Fernrohr quer

über den Gletscher und stellen den Durchschnittspunkt des Spinnfädenkreuzes ganz genau auf die Kante einer Eisspitze ein. Wir lassen das Instrument unberührt stehen und sehen von Stunde zu Stunde durch das Glas. Die Eiskante bewegt sich langsam, aber stetig an den Fäden vorbei und nach Verlauf von drei Stunden vergewissern wir uns, dass die Bewegung schon einige Zoll ausmacht. Während wir nahe bei dem Gewölbe des Arveiron stehen und besprechen, ob wir hineingehen sollen, gibt sein Dach nach und stürzt mit Donnergetöse ein. Es ist also nicht ohne Grund, dass ich Sie warnte, im Sommer in diese Gewölbe zu gehen.

163. Wir steigen zum Montanvert-Wirthshaus hinauf, nehmen dort Quartier und steigen dann zur Seitenmoräne des Gletschers, ein wenig unterhalb des Wirthshauses, hinab. Hier richten wir unsern Messapparat auf und markiren mit dem Bleiloth genau seinen Standort. Wir müssen erst sicherstellen, dass unsere Linie senkrecht oder doch ziemlich senkrecht auf der Achse oder Mittellinie des Gletschers steht. Unser bewährter Gehülfe legt einen langen Stab in der Richtung der Achse hin; er zielt mit dem Auge von oben und von unten, bis er die wahre Richtung findet. Mit einem zweiten, auf unser Instrument gerichteten Stab in der Hand, verändert er so lange seine Stellung, bis der zweite Stab lothrecht auf dem ersten steht. Dann gibt er ein Zeichen. Wir richten unser Fernrohr auf ihn, und indem wir es dann

allmählich in senkrechter Ebene erheben, finden wir einen Visirpunkt an der andern Seite des Gletschers, den wir in unser Buch einzeichnen. Mit der Kenntniss dieses Punktes und der Markirung des Bleiloths können wir in Zukunft jeden Tag unsere Linie wieder auffinden. (Um die Messungen anschaulicher zu machen, lege ich auf folgender Seite einen Umrissplan der Mer de Glace und ihrer Nebengletscher bei.)

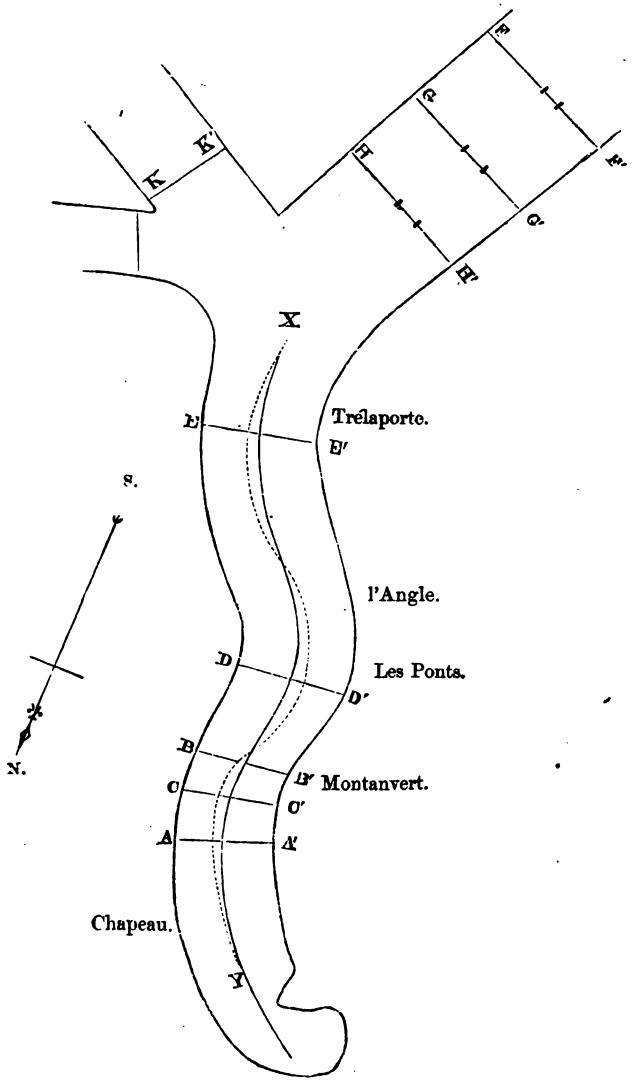
164. Auf der eben beschriebenen Linie wurden am 17. Juli 1857 zehn Stäbe aufgepflanzt. Ihre Verschiebung wurde am folgenden Tage gemessen. Zwei davon waren umgefallen; hier folgen die in vierundzwanzig Stunden zurückgelegten Entfernungen der übrigen acht:

Tägliche Bewegung der Mer de Glace.

Erste Linie: A A′ auf dem Plan:

	Ost							West
Nr. der Stöcke:	1	2	3	4	5	7	9	10
Bewegung in Zoll:	12	17	23	26	25	26	27	33

165. Sie haben sich bereits durch Betasten versichert, dass der Körper des Gletschers wirkliches Eis ist. Sie mögen nun gelesen haben, dass Gletscher sich bewegen, aber die wirkliche Beobachtung einer Bewegung an einem anscheinend so starren Körper ist doch von ganz eigenem Interesse. Und nicht nur wie ein einfacher Körper bewegt sich das Eis, sondern jedes einzelne Theilchen bewegt sich an einem andern vorbei, sodass der Grad der Bewegung eines Tags von 12 Zoll am Rande bis



Umrissplan der Mer de Glace und ihrer Nebengletscher, mit Angabe der gemessenen Linien.

zu 33 Zoll an einer von dem Rande entfernten Stelle zunimmt. Diese schnellere Bewegung des Eises in der Mitte der Gletscher ist schon von Agassiz und Forbes beobachtet worden; wir bestätigen ihre Ergebnisse und schreiten zu etwas Neuem fort. Ueberschreiten wir den Glacier du Géant, welcher über die Hälfte des Thals einnimmt, so finden wir, dass unsere Stabreihe noch nicht zu Ende ist. Der zehnte Stab steht auf dem Theile des Eises, welches von dem Talèfre kommt.

166. Nun ist die Bewegung der Seitentheile langsam, wegen der Reibung des Eises an seinen Grenzwänden, und demnach sollte man denken, dass gerade in der Mitte zwischen den Grenzen, wo die Reibung der Seiten am geringsten ist, die Bewegung am grössten sein muss. Dies ist aber sichtbarlich nicht der Fall; denn obgleich der zehnte Stab näher an der östlichen, der Chapeau-Seite des Thals steht als der neunte, so überholt dennoch der zehnte den neunten täglich um sechs Zoll.

167. Hier haben wir etwas zu bedenken; aber ehe ein Naturforscher mit Ruhe etwas ergründen kann, muss er seiner Sache vollkommen sicher sein. Die vorliegende Linie lief quer über den Gletscher etwas unterhalb des Montanvert. Wir wollen nun eine zweite derartige Linie etwas oberhalb des Wirthshauses ziehen. Am 18. Juli bestecken wir diese Linie, und um die Wahrscheinlichkeit zu neuen Entdeckungen zu vermehren, stellen wir 31 Stäbe auf. Am folgenden Tage sind fünf davon

unbrauchbar geworden; aber hier folgen die Entfernungen, welche die übrigen 26 Stäbe in 24 Stunden zurückgelegt haben.

Zweite Linie: B B′ auf dem Plan.

Westen

Nr. der Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Zahl in Zoll:	8	11	12	15	15	16	17	18	19	20	20	21	21
Nr. der Stäbe:	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Zahl in Zoll:	21	23	23	23	21	23	21	25	22	22	23	25	26

Osten

168. Betrachten wir diese Zahlen. Die erste klare Thatsache, die sie offenbaren, ist ein Zunehmen des Grades der Bewegung vom Anfang bis zum Ende der Linie. Es finden jedoch kleine Unregelmässigkeiten statt; von 23 Zoll am 17. Stab fallen wir auf 21 Zoll am 18.; von 23 Zoll am 19. fallen wir auf 21 Zoll am 20.; von 25 Zoll am 21. fallen wir auf 22 Zoll am 22. und 23.; aber trotz dieser kleinen Abweichungen nach oben und nach unten bleibt doch das allgemeine Zunehmen der Bewegung offenbar. Nun könnten ja kleine Verschiebungen durch Schmelzen der Stäbe verursacht worden sein, die genügen würden, um jene geringen Abweichungen von der Stetigkeit im Wachsen der Bewegung zu erklären. Aber noch eine andere Lösung ist möglich. Wir werden später sehen, dass der Gletscher nicht nur durch seine Ränder, sondern auch durch sein Bett aufgehalten wird, und dass die obern Schichten des Eises über die untern fortgleiten. Wenn sich nun in dem Bett der Mer de Glace hier und da Erhöhungen des

Bodens befänden, die nahe genug an die Oberfläche heraufreichten, um die Bewegung der Oberfläche zu verzögern, so würden dieselben die oben erwähnten Unregelmässigkeiten hervorbringen können.

169. Wir merken uns noch besonders, da wir einmal auf dem Eise sind, dass der 26. Stab wie der zehnte auf unserer ersten Linie viel näher am östlichen als am westlichen Rand des Gletschers steht; die Messungen liefern also den fernern Beweis, dass die Mitte dieses Theils des Gletschers nicht die Stelle der schnellsten Bewegung ist.

§. 23. Ungleiche Bewegung der beiden Seiten der Mer de Glace.

170. Aber weder auf der ersten, noch auf der zweiten Linie waren wir im Stande, unsere Messungen über die ganze Breite des Gletschers auszudehnen. Und warum nicht? Indem wir eine Sache anstreben, gelangen wir oft zur Kenntniss einer andern; so auch in der Wissenschaft: wenn wir nur ausharren bei unserm Werk, verwandeln sich unsere Niederlagen in Mittel zur Belehrung. Wir pflanzten unsern Höhenmesser zuerst auf der Seitenmoräne der Mer de Glace auf, in der Erwartung, von hier aus den Gletscher von einer Seite zur andern beherrschen zu können. Aber wir sind jetzt enttäuscht worden. Es erweist sich, dass der Gletscher in der Mitte höher ist als an

den Seiten, und so war denn auf unsern beiden letzten Standpunkten die Aussicht auf das Eis an der entgegengesetzten Seite des Gletschers durch die Erhöhung der Mitte versperrt. Die Bergabhänge sind im Sommer warm: sie schmelzen das ihnen zunächstliegende Eis und verursachen dadurch einen Abfall von der Mitte nach den Seiten.

171. Aber drüben auf der Höhe an der andern Seite des Gletschers glauben wir einen geeigneten Platz für unsern Höhenmesser zu sehen. Wir überschreiten den Gletscher und pflanzen unser Instrument auf einem Punkt auf, von dem wir den Gletscher von einer Seite zur andern übersehen. Unsere erste Linie lag unterhalb des Montanvert, unsere zweite darüber; diese dritte Linie befindet sich genau dem Montanvert gegenüber; in der That ist der Anhaltepunkt, auf den wir mit dem Fadenkreuz im Fernrohr visiren, eine Ecke an einem der Fenster des kleinen Wirthshauses. Auf dieser Linie befestigen wir am 20. Juli 12 Stäbe. Am 21. ist einer davon umgefallen; aber die Entfernung der übrigen 11 Stäbe nach 24 Stunden stellte sich folgendermassen dar:

Dritte Linie: C C′ auf dem Plan:

	Osten										Westen
Nr. der Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bewegung in Zoll:	20	23	29	30	34	28	25	25	25	18	9

172. Der erste und der elfte Stab in dieser Reihe standen nahe an den beiden Seiten des Gletschers. Auf der östlichen Seite hat die Bewegung 20 Zoll

betragen, auf der westlichen Seite nur 9 Zoll. Sie steigt auf der östlichen Seite von 20 bis zu 34 Zoll am fünften Stab, welcher, wie wir sehen können, wenn wir auf das Eis treten, viel näher an der östlichen als an der westlichen Seite steht. Das vereinigte Ergebniss der Beobachtungen an diesen drei Linien stellt die Thatsache ausser Zweifel, dass gegenüber dem Montanvert, sowie unweit oberhalb und unterhalb desselben die ganze östliche Seite des Gletschers sich schneller bewegt als seine westliche Seite.

§. 24. Vermuthung einer neuen Aehnlichkeit der Gletscherbewegung mit der Bewegung der Flüsse. Prüfung dieser Vermuthung.

173. Hier haben wir Veranlassung zum Nachdenken; sind doch die Thatsachen verhältnissmässig werthlos, wenn sie nicht diese Bethätigung des Verstandes hervorrufen. Eben weil die Dinge in der Natur nicht einzeln vorkommen, sondern in Verbindung stehen, muss auch die Wissenschaft, die ihnen nachspürt, ein verbundenes Ganzes bilden. Der Verstand des Naturforschers muss gleichsam ein Gewebe von Gedanken sein, das in allen seinen Fäden dem Gewebe der Dinge in der Natur entspricht.

174. Lasst uns denn zu einem Punkt aufsteigen, der eine gute Aussicht über diesen Theil der Mer

de Glace gewährt. Der Eisstrom, wie wir sehen, ist nicht gerade, sondern gekrümmt, und zwar um den Montanvert als Mittelpunkt, das heisst seine convexe Seite ist östlich, seine concave Seite westlich gelegen (man vergleiche den Plan). Sie haben schon die Thatsache erwogen, dass sich ein Gletscher in mancher Beziehung wie ein Fluss bewegt. Wie bewegt sich denn ein Fluss durch ein gekrümmtes Bett? Das ist bekannt genug! Träte an Stelle des Eises der Mer de Glace Wasser, so würde bei dem Montanvert die schnellste Bewegung nicht in der Mitte des Stroms, sondern an einem östlich von der Mitte liegenden Punkte stattfinden. Ist es möglich, dass dieser „Wasserfelsen", wie Eis manchmal genannt wird, in dieser Beziehung sich so sehr dem Wasser gleich verhält?

175. Dieser Gedanke steigt auf der Stelle in uns auf. Er mag richtig sein oder nicht; die Mittel, ihn zu prüfen, liegen zur Hand. Sehen wir am Gletscher hinauf, so bemerken wir, dass er bei Les Ponts gleichfalls gekrümmt ist und dass dort seine convexe Krümmung nach der westlichen Thalseite zu liegt (s. auf dem Plan). Ist unsere Vermuthung begründet, so muss der Punkt der schnellsten Bewegung Les Ponts gegenüber westlich von der Achse des Gletschers liegen.

176. Prüfen wir nun diese Annahme! Am 25. Juli befestigen wir auf einer quer über diesen Theil des Gletschers gezogenen Linie 15 Stäbe; sie bleiben alle fest stehen und am 26. finden wir, dass

sie sich in 24 Stunden folgendermassen fortbewegt haben:

Vierte Linie: D D′ auf dem Plan:

	Ost								
Nr. der Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bewegung in Zoll:	7	8	13	15	16	19	20	21	21

Nr. der Stäbe:	10	11	12	13	14	15
Bewegung in Zoll:	23	23	21	22	17	15
						West

177. Schon mit blossem Auge sehen wir, dass Stäbe Nr. 10 und 11, bei denen der Gletscher seine grösste Bewegung erreicht, bedeutend im Westen von der Achse des Gletschers liegen. So weit hätten wir denn eine vollkommene Bestätigung der Muthmassung, welche uns bewog, diese Messungen anzustellen. Sie bemerken hier wol, dass die Muthmassungen in der Wissenschaft nicht ein Werk des Zufalls, sondern die Frucht besonnenen Nachdenkens über vorliegende Thatsachen sind. Die Muthmassung ist die Induction (Ableitung) von den Thatsachen, die durch den Prüfstein darauffolgender Versuche bestätigt oder verworfen werden muss.

178. Und obgleich wir jetzt zwar ausserordentlich starken Grund haben, zu behaupten, dass der Punkt der grössten Schnelligkeit dem Gesetz der Bewegung flüssiger Körper unterworfen ist, so wird doch die Beweiskraft unserer Schlussfolgerung noch verdoppelt werden, wenn wir zeigen können, dass jener Punkt sich an einer andern Krümmungsstelle wieder nach der östlichen Seite der Achse verschiebt. Glücklicherweise gibt es eine solche Stelle gegen-

über Trélaporte. Hier ist die convexe Biegung des Thals wieder nach Osten gerichtet. Quer über diesen Theil des Gletschers wurde am 28. Juli eine Linie abgesteckt, und nach den am 31. gemachten Messungen stellte sich das Mass der Bewegung in 24 Stunden heraus wie folgt:

Fünfte Linie: E E′ auf dem Plan:

	West							
Nr. der Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8
Bewegung in Zoll:	11	14	13	15	15	16	17	19
Nr. der Stäbe:	9	10	11	12	13	14	15	
Bewegung in Zoll:	20	19	20	18	16	15	10	
							Ost	

179. Auch hier zeigt uns die Schätzung der Entfernung mit blossem Auge, dass die drei Stäbe, welche sich am schnellsten bewegt hatten, d. i. der 9., der 10. und der 11., alle östlich von der mittlern Linie des Gletschers standen. Der Beweis, dass der Punkt der schnellsten Bewegung quer über die Achse herüber und hinüber wandert, je nachdem sich die Biegung des Thals verändert, ist also — soll ich sagen vollständig?

180. Noch nicht! — Denn sobald uns sicherere Beweismittel zu Gebote stehen, dürfen wir uns nicht an Schätzungen mit dem Auge genügen lassen. Wir haben eine Messkette bei uns; rollen wir dieselbe auf und messen wir diese Linien, die Entfernung eines jeden Stabes von dem Rande des Gletschers notirend. Dies ist keine leichte Aufgabe, zwischen den Spalten und Schründen, aber ich vertraue es Herrn Hirst und Ihnen zuversicht-

lich an. Wir können nachher Vergleiche anstellen zwischen einer Anzahl von Stäben auf der östlichen Seite mit einer ebenso grossen Anzahl von Stäben, die auf der westlichen Seite mit denselben Entfernungszwischenräumen gepflanzt wurden. Z.B. wir vergleichen ein paar Stäbe, von denen der eine 10 Ellen vom östlichen Rand entfernt, der andere 10 Ellen vom westlichen Rand entfernt steht; oder ein anderes Paar, einer 50 Ellen weit vom östlichen, der andere 50 Ellen weit vom westlichen Rand, und so fort. Zur Vereinfachung der Nachweisung wollen wir solche Paare verglichener Punkte äquivalente Punkte nennen.

181. Auf unserer vierten Linie D D′ befanden sich fünf Paar solcher Punkte; hier folgt das Verhältniss ihrer Schnelligkeit:

Oestliche Punkte: Bewegung in Zoll:	13	15	16	18	20
Westliche Punkte: » » »	15	17	22	23	23

Bei jedem Paar hier hat sich der Stab auf der westlichen Seite schneller bewegt als der äquivalente auf der östlichen Seite.

182. Machen wir dieselbe Probe auf unserer fünften Linie E E′, so bekommen wir die folgende Reihe des Schnelligkeitsverhältnisses von drei Paaren äquivalenter Punkte:

Oestliche Punkte: Bewegung in Zoll:	15	18	17
Westliche Punkte: » » »	13	15	19

183. Hier bewegen sich die drei Punkte auf der östlichen Seite schneller als die äquivalenten Punkte auf der westlichen Seite.

184. Es wird hierdurch bewiesen:

I. Dass gegenüber dem Montanvert die östliche Hälfte der Mer de Glace sich schneller bewegt als die westliche Hälfte.

II. Dass gegenüber Les Ponts die westliche Hälfte des Gletschers sich schneller bewegt als die östliche Hälfte.

III. Dass gegenüber Trélaporte wieder die östliche Hälfte des Gletschers sich schneller bewegt als die westliche Hälfte.

IV. Dass diese Veränderungen der Stelle der grössten Bewegung sich nach den Biegungen des Thals richten, durch welches die Mer de Glace ihren Lauf nimmt.

§. 25. Neues Gesetz der Gletscherbewegung.

185. Geben wir diesen Thatsachen noch einen andern Ausdruck! Nehmen wir an, die Punkte der schnellsten Bewegung wären auf einer sehr grossen Anzahl die Mer de Glace quer durchschneidender Linien festgestellt worden, so würde eine alle diese Punkte verbindende Linie das darstellen, was Mathematiker den geometrischen Ort der Punkte der schnellsten Bewegung nennen.

186. Bei Trélaporte würde diese Linie östlich von der Mittellinie, bei Les Ponts westlich von der Mitte liegen, sodass sie bei dem Uebergang von Trélaporte nach Les Ponts die Mittellinie des Gletschers durchschneiden würde. Aber bei Montanvert

würde sie wieder östlich von der Mitte liegen, also zwischen Les Ponts und Montanvert würde sie die Mittellinie zum zweiten mal durchkreuzen. Wären noch mehr Krümmungen auf der Mer de Glace, so müssten auch noch mehr Durchkreuzungen der Achse des Gletschers stattfinden.

187. Die Punkte auf der Achse, welche den Uebergang der Krümmung von Osten nach Westen und umgekehrt bezeichnen, können Wendepunkte der Krümmung genannt werden.

188. Was auf der Mer de Glace wahr ist, trifft auch bei allen andern sich durch geschlängelte Thäler bewegenden Gletschern zu, sodass die auf der Mer de Glace festgestellten Thatsachen zu folgendem allgemeinen Gesetz der Gletscherbewegung erweitert werden können:

Wenn ein Gletscher sich durch ein geschlängeltes Thal bewegt, so fällt der geometrische Ort der Punkte der schnellsten Bewegung nicht mit der Mittellinie des Gletschers zusammen, sondern derselbe liegt im Gegentheil stets auf der convexen Seite der Mittellinie. Der geometrische Ort jener Punkte ist daher eine stärker gekrümmte Schlangenlinie als das Thal selbst und durchschneidet die Achse des Gletschers auf jedem Wendepunkt der Krümmung.

189. Die punktirte Linie auf dem Planumriss (s. S. 80) zeigt den geometrischen Ort der schnellsten

Bewegung an, die ausgezogene Linie stellt die Mitte des Gletschers dar.

190. Setzen wir das Wort Fluss an Stelle von Gletscher, so gilt das Gesetz ebenfalls. Die Bewegung des Wassers ist genau denselben Bedingungen unterworfen wie die Bewegung des Eises.

191. Wenden wir nun unser Gesetz zur Beseitigung einer Schwierigkeit an. Zu den von Herrn Agassiz auf dem Unteraargletscher sorgfältig angestellten Messungen zurückkehrend, finden wir in der Abhandlung über diese Messungen einen Abschnitt des Système Glaciaire, welches den „Wanderungen der Mitte" gewidmet ist. Es wird dort gezeigt, dass die Mitte des Unteraargletschers nicht immer der Punkt der schnellsten Bewegung ist. Diese Thatsache hatte bisher keine Erklärung gefunden, aber ein Blick auf den Unteraargletscher oder auf die Karte des Thals zeigt, dass die Lösung des Räthsels eine Erläuterung zu dem eben auf der Mer de Glace gefundenen Gesetz abgibt.

§. 26. Bewegung der Achse der Mer de Glace.

192. Wir haben nun den Grad der Bewegung von fünf verschiedenen Linien quer über dem Stamm der Mer de Glace gemessen. Bewegen sie sich alle gleichmässig? Nein. Wie ein Fluss bewegt sich ein Gletscher an verschiedenen Stellen mit verschiedener Geschwindigkeit. Wenn wir die Punkte der schnellsten Bewegung auf allen fünf

Linien vergleichen, erhalten wir folgendes Resultat:

Bewegung der Mer de Glace.

Bei Trélaporte	20	Zoll	in	24	Stunden.
Bei Les Ponts	23	»	»	»	»
Oberhalb Montanvert . . .	26	»	»	»	»
Bei Montanvert	34	»	»	»	»
Unterhalb Montanvert . .	33*	»	»	»	»

193. Es findet also eine Zunahme an Schnelligkeit statt, wenn wir den Gletscher von Trélaporte nach dem Montanvert hinab verfolgen; die stärkste Bewegung bei Montanvert ist täglich um 14 Zoll grösser als bei Trélaporte.

§. 27. Bewegung der Nebengletscher.

194. Soweit der Stamm- oder Hauptgletscher. Lasst uns nun die Zweige untersuchen, indem wir erst, wie bisher, über Bekanntes nachdenken, ehe wir uns anschicken, Unbekanntes entdecken zu wollen.

Als wir auf unserer „Kluftstation" standen, von der wir einen so herrlichen Ueberblick über die Mer de Glace hatten, fiel uns die Thatsache auf, dass einige der Nebenströme des Gletschers breiter als der Gletscher selbst sind. Angenommen, Wasser befände sich an Stelle des Eises, wie, glauben Sie,

* Dies ist wahrscheinlich zu niedrig gegriffen. Ich halte es für möglich, dass die schnellste Bewegung auf diesem Theil der Mer de Glace 1857 bis zu einer Elle in 24 Stunden betrug. — (Eine englische Elle [Yard] = 36 englische Zoll.)

würde es sich verhalten? Ohne Zweifel würden Sie den Schluss ziehen, dass die Bewegung durch die breiten und wenig geneigten Thäler des Géant und des Léchaud hinab verhältnissmässig langsam wäre, aber dass das Wasser sich mit erhöhter Schnelligkeit durch die „Engen" von Trélaporte drängen müsse. Prüfen wir nun diesen Satz mit Bezug auf das Eis.

196. Unsere Höhenmesser im Schatten des Mont Tacul aufpflanzend, wählen wir einen geeigneten Punkt auf der gegenüberliegenden Seite des Glacier du Géant und befestigen am 29. Juli eine Reihe von 10 Stäben quer über den Gletscher. Die Bewegung dieser Linie in 24 Stunden war wie folgt:

Bewegung des Glacier du Géant.

Sechste Linie: H H′ auf dem Plan:

Nr. der Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bewegung in Zollen:	11	10	12	13	12	13	11	10	9	5

197. Unsere Behauptung hat sich hier vollkommen als zutreffend erwiesen. Die grösste Bewegung beträgt hier in 24 Stunden 7 Zoll weniger als die der Mer de Glace bei Trélaporte (s. Satz 192).

198. Und nun der Zweiggletscher des Léchaud. Am 1. August befestigen wir auch hier 10 Stäbe quer über den Gletscher oberhalb des Punktes, wo sich der Talèfre anschliesst. Am 3. August gemessen und auf 24 Stunden berechnet, fanden wir folgende

Bewegung des Glacier de Léchaud.

Siebente Linie: K K′ auf dem Plan:

Nr. der Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bewegung in Zollen:	5	8	10	9	9	8	6	9	7	6

199. Hier ist eine noch bessere Bestätigung unserer Schlussfolgerung, indem der Grad der Bewegung hier noch geringer als auf dem Géant ist.

§. 28. Bewegung des Gletschers an der Oberfläche und an der Bodenfläche.

200. Wir haben hier die ausreichendsten und mannichfaltigsten Anzeigen dafür, dass die Seiten eines Gletschers wie die eines Flusses durch Reibung gegen die Einfassungswände aufgehalten werden. Aber hier hört die Aehnlichkeit noch nicht auf. Die Bewegung eines Flusses wird durch Reibung gegen sein Bett aufgehalten. Zwei Forscher, Professor Forbes und Herr Charles Martin wetteifern, um zu zeigen, dass dasselbe bei einem Gletscher der Fall ist. Die Behauptungen der Beiden sind angegriffen worden; daher ist es um so wichtiger für uns, eine entscheidende Bestätigung zu suchen.

201. Bei dem Tacul (nahe bei dem Punkt a auf dem Plan S. 99) hat eine ungefähr 150 Fuss hohe Eiswand bereits unsere Aufmerksamkeit erregt. Hier, wo der Glacier du Géant umbiegt, um sich mit dem Léchaud zu vereinigen, löst er sich von der Gebirgsseite los und stellt einen schönen Durch-

schnitt dar. Wir versuchen ihn zu messen an der Oberfläche, an der Basis und in der Mitte, aber zwei mal hintereinander machen wir vergebliche Anstrengungen. Ein dritter Versuch führt uns glücklich zum Ziel. Ein Stab wird am obersten Rand des Eisabhanges befestigt, ein zweiter 4 Fuss über dem Boden und ein dritter 35 Fuss über dem Boden. Bei der Befestigung der untern Stäbe laufen wir Gefahr, von herabfallendem Geröll getroffen zu werden, aber mit Vorsicht und Geschicklichkeit gelingt es uns doch, die Bewegung der drei Stäbe auszumessen. In 24 Stunden waren heruntergerückt:

Der oberste Stab	6	Zoll
Der mittlere »	$4\frac{1}{2}$	»
Der untere »	$2\frac{2}{3}$	»

202. Der verzögernde Einfluss des Gletscherbettes ist hiermit augenscheinlich bewiesen. Die Basis bewegt sich nicht halb so schnell wie die Oberfläche.

§. 29. Seitliche Pressung eines Gletschers.

203. Ausgerüstet mit den Kenntnissen, welche wir durch die bisherigen Arbeiten und Messungen erworben haben, steigen wir nun noch einmal zu unserer Station bei der Kluft unter der Aiguille de Charmoz hinauf. Bei unserm ersten Besuch sahen wir die Mittelmoränen des Gletschers, aber wir wussten nichts über ihre Entstehung. Jetzt wissen wir, dass sie die Seitengletscher auf dem

Stamm- oder Hauptgletscher andeuten. Richten Sie nun Ihre Blicke zuerst auf den Glacier du Géant; machen Sie sich klar, wie breit er in seinem eigenen Thal ist, und sehen Sie nun, wie sehr er bei Trélaporte verengert wird. Noch überraschender ist, wie der breite Eisstrom des Léchaud auf der Mer de Glace zwischen seinen Einfassungsmoränen zu einem schmalen weissen Streifen zusammengequetscht wird. Der Talèfre unterliegt einer ähnlichen Pressung. Wir wollen nun hinabsteigen, unsere Messkette aufwickeln und die Breite der Zweiggletscher sowie den Grad ihrer bei Trélaporte erlittenen Zusammenpressung ausmessen und in Zahlen ausdrücken.

204. Wir finden den Glacier du Géant 5155 Glieder oder 1134 Ellen breit.

205. Die Breite des Glacier du Léchaud beträgt 3725 Glieder oder 825 Ellen.

206. Die Breite des Talèfre beläuft sich auf 2900 Glieder oder 638 Ellen.

207. Die Summe der Breiten der drei Zweiggletscher beträgt also 2597 Ellen.

208. Bei Trélaporte werden diese drei Zweiggletscher durch eine Schlucht von 893 Ellen Breite, ein Drittel ihrer vorigen Breite, mit einer Schnelligkeit von 20 Zoll in 24 Stunden hindurch gezwängt.

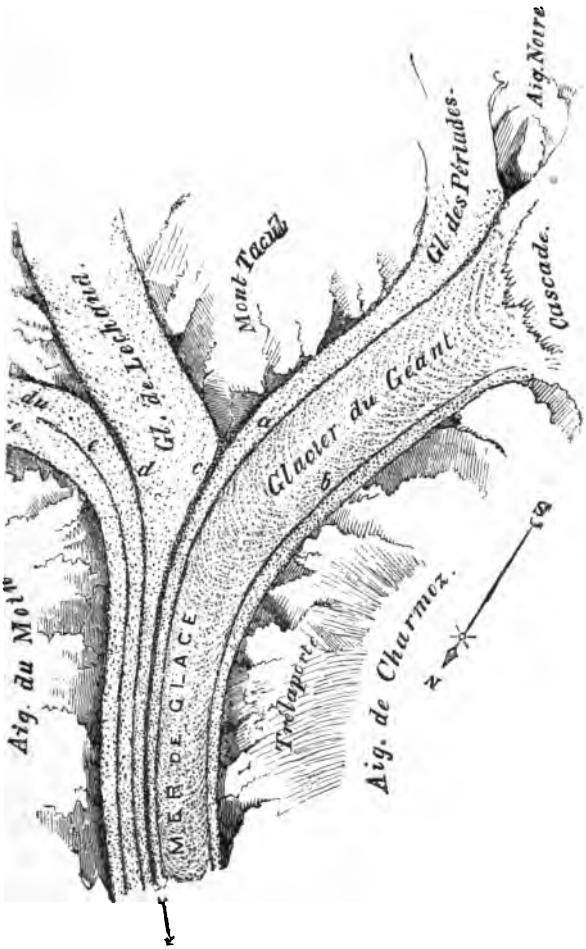
209. Beschränken wir unsere Betrachtung auf den Glacier de Léchaud, so begegnen wir noch erstaunlichern Thatsachen. Vor seiner Vereinigung mit dem Talèfre hat dieser Gletscher eine Breite

von 825 Ellen: auf dem Wege durch die Kinnbacken des Granitrachens bei Trélaporte wird seine Breite auf 88 Ellen, oder in runden Zahlen auf den zehnten Theil seiner vorigen Breite verringert. (Siehe die Skizze auf folgender Seite.)

210. Sollen wir hieraus entnehmen, dass das Eis des Léchaud auf ein Zehntel seines frühern Raum-inhalts zusammengedrückt wird? Keineswegs. Es ist nur eine Veränderung der Form, nicht des Inhalts, die bei Trélaporte vor sich geht. Vor seiner Pressung hat der Gletscher Aehnlichkeit mit einer Platte von Eis, welche flach liegt auf seinem Bett; nach seiner Zusammenpressung gleicht er einer Platte, welche auf ihrer Kante steht. Die Quetschung hat ohne Zweifel das Eis tiefer gemacht.

§. 30. Pressung eines Gletschers der Länge nach.

211. Das Eis wird durch die Schlucht von Trélaporte vermittels eines Drucks von hinten gezwängt; in der That stellt der Glacier du Géant unmittelbar über Trélaporte einen Kolben oder Stöpsel dar, welcher das Eis durch die Schlucht drängt. Welche Wirkung muss dieser Druck auf den Kolben selbst haben? Einiges Nachdenken macht es wahrscheinlich, dass der Druck den Stöpsel verkürzen wird; dass der untere Theil des Glacier du Géant bis zu einem gewissen Grade dem Druck von hinten nachgeben wird.



Skizze der Moränen a, b, c, d, e der Mer de glace.

212. Untersuchen wir diese Voraussetzung näher. Ungefähr dreiviertel (englische) Meilen oberhalb des Tacul, an dem Bergabhang, der beim Hinaufsteigen links liegt, haben wir ein grünbewachsenes Fleckchen bemerkt. Dorthin klettern wir nun; wir pflanzen daselbst unsern Höhenmesser auf und bestecken quer über den Glacier du Géant eine Linie, die wir Linie Nr. 1 nennen wollen (F F′ auf dem Plan S. 80).

213. Ungefähr eine viertel Meile weiter unten entdecken wir einen passirbaren Durchgang auf der Bergseite; wir steigen dorthin und erreichen eine passende Abplattung, wo wir unser Instrument aufstellen, um eine zweite Linie, Nr. 2 (G G′ auf dem Plane), abzustecken. Wir müssen unser Werk hier beschleunigen, denn durch diesen Durchgang werden von einem kleinen auf dem Abhange des Mont Tacul ruhenden Gletscher Steine herabgeschleudert.

214. Noch eine viertel Meile weiter unten gelangen wir in die Nähe des Tacul und stecken eine dritte Linie, Nr. 3, quer über dem Gletscher auf (H H′ auf dem Plane).

215. Die tägliche Bewegung der Mittelpunkte dieser drei Linien beträgt:

		Entfernung von einer zur andern:
Nr. 1 . .	Zoll: 20.55	Ellen: 545
Nr. 2 . .	» 15.43	
Nr. 3 . .	» 12.75	» 487

216. Die erste Linie hier bewegt sich um 5 Zoll

weiter als die zweite, und die zweite fast um 3 Zoll weiter als die dritte. Unsere Behauptung ist also bestätigt. Der Eisstöpsel, welcher in runder Zahl etwa tausend Ellen lang ist, wird durch den auf seine Vorderseite ausgeübten Druck um ungefähr 8 Zoll im Tage verkürzt.

217. Ein Fluss, der seinen Lauf durch das Thal des Géant nähme, würde sich wesentlich in derselben Weise verhalten. Er würde bei der Annäherung an Trélaporte den Grad seiner Schnelligkeit vermindern und würde sich durch den Engpass mit einer Geschwindigkeit stürzen, wie sie das hintere Wasser nicht besitzt.

§. 31. Schieben und Fliessen. Hartes und weiches Eis.

218. Bisher haben wir uns auf die Messungen und Beschreibung der Gletscherbewegung beschränkt; indessen sind uns auf unsern Wanderungen doch noch mancherlei andere Dinge aufgefallen. Hier und da, wo das Eis von der Bergseite abgetrennt war, fanden wir die Felsen gefurcht, gekerbt und geglättet: ein Beweis, dass das Eis sich über sie geschoben und sie abgeschliffen hatte. An der Quelle des Arveiron fanden wir das unter dem Gletscher hervorstürzende Wasser mit einer feinen Masse versetzt. Alle Gletscherflüsse sind in ähnlicher Weise versetzt. Die Rhône schleppt ihre Last an solcher Masse mit in den Genfersee; hier wird der schnelle Lauf des Stroms gehemmt, die

Masse senkt sich zu Boden und die Rhône verlässt den See klar und blau. Der Genfersee und viele andere schweizer Seen sind zum Theil mit dieser Masse angefüllt und werden, aller Wahrscheinlichkeit nach, endlich davon ganz verstopft werden.

219. Ein Theil der Bewegung eines Gletschers wird durch diese Verschiebung der ganzen Masse über ihr Bett verursacht.

220. Wir haben auf unsern Wanderungen über den Gletscher Ströme gesehen, die von dem schmelzenden Eis gebildet wurden und durch Risse und Spalten ihren Ausweg fanden. Die abgeschliffene feine Masse wird dadurch fortgespült, das Bett wird schlüpfrig erhalten und das Gleiten der Eismasse leichter gemacht, als sie ohnedies wäre.

221. Als Schlittschuhläufer wissen Sie, wie sehr das Eis durch ein Thauwetter an Festigkeit verliert. Ehe es wirklich schmilzt, wird es brüchig und unsicher. Untersuchen Sie solches Eis mit Ihrem Taschenmesser, Sie können leicht die Klinge hineinstossen und vermögen es bequem zu zerschneiden. Versuchen Sie dasselbe an gutem, starkem Eis: es leistet weit mehr Widerstand. In der That gleicht das erstere weicher Kreide, das andere hartem Stein.

222. Nun befindet sich die Mer de Glace im Sommer in solchem Thauwetterzustand. Ihr Eis wird durch die Sonne weich und nachgiebig gemacht, ihre Bewegung dadurch erleichtert. Wir haben gesehen, dass der Gletscher nicht nur über

sein Bett gleitet, sondern dass sich die obern Schichten über die untern schieben und die Mitte an den Seiten vorbei. Je weicher und nachgiebiger das Eis ist, um so freier kann es diese Bewegungen ausführen und um so leichter wird es durch einen Engpass wie Trélaporte gedrängt.

223. Aber im Winter hört das Thauen auf; die Menge des Wassers, welche in das Bett des Gletschers abläuft, wird geringer oder hört vollkommen auf. Das Eis ist dann auch bis zu einer gewissen Tiefe hart gefroren. Diese Umstände würden zu der Ansicht berechtigen, dass der Gletscher im Winter, wenn er sich überhaupt bewegt, dies viel langsamer als im Sommer thut. Auf alle Fälle geben die im Sommer angestellten Messungen keinen Aufschluss über die Bewegung im Winter.

224. Dieser Punkt verdient ernstlich erwogen zu werden. Indessen will ich Ihnen nicht zumuthen, die Alpen mitten im Winter zu besuchen; aber wenn Sie erlauben, werde ich Ihr Abgeordneter in den Bergen sein, und werde Ihnen treulich berichten, welchen Anblick die Gegend bietet und wie sich das Eis verhält.

§. 32. Winter auf der Mer de Glace.

225. Der Winter, den wir wählen, ist kein milder. Schnee in London, Schnee in Paris, Schnee in Genf, Schnee bei Chamouni so tief, dass die Hecken am Weg darunter verschwinden. In der Weihnachts-

nacht, nahe um Mitternacht, im Jahre 1859 kommt Ihr Abgeordneter in Chamouni an.

226. Dicker Schnee fiel am 26. December, aber am 27., als das Unwetter sich etwas legt, marschiren wir aus. Mit mir sind vier gute Führer und ein Träger; sie binden sich Breter unter ihre Füsse, um nicht in den Schnee einzusinken; ich versäume diese Vorsicht und sinke oft bis zu den Hüften ein. Vier- oder fünfmal während wir hinaufsteigen, berstet der Abhang mit knallendem Getöse und der Schnee droht in Lavinen herunterzukommen.* Der frischgefallene Schnee war von jener eigenthümlichen Beschaffenheit, welche seine Körnchen anhaften lässt; eine jede auf die Bäume fallende Flocke blieb daher festsitzen. Die mit Schnee bedeckten Fichten stellten prächtige und oft phantastische Formen dar.

227. Nach fünf und einer halben Stunde harter Arbeit wurde der Montanvert erreicht. Wir schlossen das verlassene Wirthshaus auf, rund um welches der Schnee sich in Form von Schanzen aufgethürmt hatte. Ich habe schon von dem verwickelten Spiel krystallisender Kräfte gesprochen. Die Frostfiguren auf den Fensterscheiben des Wirthshauses waren wunderbar: Nachahmungen von Sträuchern und Farrnkräutern, von der bauenden Kraft zierlich

* Vier Jahre später, d. i. im Frühling 1863, fand ein gewaltiger Bergsteiger, ein edler Führer und Genosse von mir, Namens Johann Joseph Bennen, seinen Tod unter dem Schnee, der von solch einem Abhang infolge des Berstens herabrutschte.

gemodelt und festgehalten durch die Anziehungskraft zwischen dem Glas und dem Nebel, aus dem sie entstehen. Die Erscheinung des Gletschers machte einen grossen Eindruck auf uns; alle Töne waren verstummt. Die Wasserfälle, welche im Sommer mit ihrer Musik die Luft erfüllen. sie

Mit Schnee bedeckte Fichte.

schwiegen jetzt und hingen in zerfurchten Säulen von Eis von den Kanten der Felsen herab. Die Oberfläche des Gletschers war augenscheinlich höher, als sie im Sommer gewesen; dies gibt zu der Vermuthung Anlass, dass, während die Winterkälte das untere Ende des Gletschers festgeklemmt hält

zwischen seinen Wänden, die obern Theile sich noch abwärts bewegen und das Eis verdicken. Die Spitze der Aiguille du Dru entfaltete eine Wolkenfahne, deren Ursprung und Beschaffenheit wir schon (84) erklärt haben. (Siehe das Titelbild.)

228. Am Morgen des 28. Dec. war diese Fahne auffallend gross und breit; durch das Licht der aufgehenden Sonne geröthet, glühte sie wie eine Flamme. Um die Kämme des Grande Jorasse und an den Zinnen von Charmoz hingen auch rosige Wolken. Vier Männer, mit Stricken aneinandergebunden, stiegen nun zu dem Gletscher hinab. Ich hatte den einen 1857 eingeschult, dieser sollte jetzt die Stäbe befestigen. Der Sturm hatte den Schnee so vertheilt, dass der Gletscher der Länge nach abwechselnd dickbedeckte oder ganz freie Stellen hatte. Wo viel Schnee lag, bedurfte es grosser Vorsicht, da Spalten darunter versteckt sind. Die Männer prüften bei jedem Schritt mit ihren Stöcken den Weg. Einmal, während ich durch mein Fernrohr der Gesellschaft nachblickte, verschwand plötzlich der Vordermann; die Decke einer Spalte war gewichen unter seinen Füssen; aber die andern drei sammelten sich schnell rund herum und zogen ihn wieder heraus. Die richtige Linie war mit Hülfe des Instruments bald aufgefunden; die Stäbe wurden einer nach dem andern eingerammt, bis eine Reihe von elf Stäben quer über dem Gletscher stand.

229. Das Thal höher hinauf zu besteigen, war

unthunlich; der Schnee lag zu tief und das Wetter machte eine drohende Miene; so wurde denn der Höhenmesser zwischen den Fichten, ein wenig unterhalb des Montanvert aufgepflanzt, wo ich durch eine Lichtung über den Gletscher hin sehen konnte. Die Männer wurden hin und wieder ganz in wirbelnde Schneehaufen eingehüllt, und wir mussten uns bestreben, aus den kurzen Windstillen Vortheil zu ziehen. Stossweise kam der Wind das Thal herauf, die Luft verdunkelnd fing er den Schnee auf dem Gletscher, warf ihn, so weit sich der Gletscher erstreckte, in hohe und heftig bewegte Wolken auf, die voneinander wieder durch wolkenlose Zwischenräume, entsprechend den schneefreien Eisstellen, getrennt wurden. Inmitten dieses Aufruhrs setzten die Männer ihre Arbeit fort; muthig und standhaft wurde Stab auf Stab gepflanzt, bis wieder eine Reihe von zehn Stöcken quer über dem Gletscher befestigt war.

230. Mehrere Stäbe mussten in den Schnee gesteckt werden. Sie waren vier Fuss lang und wurden ungefähr drei Fuss tief eingegraben. Als ich in jener Nacht auf den wilden Ausbruch des Sturms lauschte, schien es mir möglich, dass die Stäbe und der Schnee vor Tagesanbruch vollständig weggefegt würden. Der Wind legte sich jedoch. Wir standen mit der Dämmerung auf, aber die Luft war dick vom herabfallenden Schnee. All der Schnee war aus jenen feinen sechsblätterigen Blumen oder sechsstrahligen Sternchen zusammen-

gesetzt, welche (§. 9) schon abgebildet und beschrieben worden sind. Als das Wetter sich aufklärte, wurde der Höhenmesser am Ende der ersten Linie aufgestellt. Die Männer stiegen hinab; geschult durch die frühern Erfahrungen führten sie schnell die Messungen aus. Die erste Linie war vor 11 Uhr vormittags vollständig aufgenommen. Wieder begann das Schneegestöber und erfüllte die ganze Luft. Unzählige Flimmer wurden über die Berge ausgeschüttet. Wider Erwarten konnten die Männer durch das Gestöber gesehen und geleitet werden.

231. Um den Platz für unser Instrument am Ende der zweiten Linie zu erreichen, musste ich brusttief durch Schnee waten, der so trocken und weich erschien wie Mehl. Ungeheuere Mühe kostete es den Männern auf dem Gletscher, den Schnee zu durchbrechen. Aber sie wankten nicht, und nach einiger Zeit stand der Führer hinter dem äussersten Stab und rief: „Nous avons fini!“ Ich war überrascht, ihn so deutlich zu hören, da man annimmt, dass fallender Schnee den Ton sehr dämpft. Das Werk war beendigt und ich legte meinen Höhenmesser zusammen mit dem Gefühl eines Generals, der eine kleine Schlacht gewonnen hat.

232. Wir brachten das Haus wieder in Ordnung, packten ein und rutschten mit Windesschnelle an den steilen Wänden von La Filia nach der Grotte des Arveiron hinab. Der Fluss war wasserarm, aber nicht ausgetrocknet. Viele Wochen mussten

verstrichen sein, seitdem etwas Wasser von der Oberfläche des Gletschers heruntergekommen war. Aber bei Beginn des Winters waren die Spalten in grossem Masse mit Wasser angefüllt; der heutige Arveiron war also wahrscheinlich das Resultat der allmählichen Abtropfung (Drainage) des Gletschers. Jetzt war mit dem Eintritt in die Höhle keine Gefahr verknüpft, denn das Eis erschien so fest wie Marmor. In der Höhle waren wir in blaues Licht getaucht. Die seltsame Schönheit des Ortes hatte etwas Zauberhaftes und rief mir Geschichten von Feenschlössern, die ich als Knabe gelesen hatte, in das Gedächtniss zurück. An der Quelle des Arveiron war das Endziel unserer Winterreise auf die Mer de Glace erreicht; am nächsten Morgen befand sich Ihr Abgeordneter auf seinem Wege nach London.

§. 33. Bewegung der Mer de Glace im Winter.

233. Hier folgen die Ergebnisse der im Winter des Jahres 1859 ausgeführten Messungen.

Linie Nr. 1.

Nr. der Stöcke:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zahl der Zoll:	7	11	14	13	14	14	16	16	12	12	7

Linie Nr. 2.

Nr. der Stöcke:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zahl der Zoll:	8	10	14	16	16	16	18	17	15	14

234. Also beläuft sich die Bewegung der Mer de Glace nahe dem Montanvert im Winter in run-

den Zahlen ausgedrückt auf die Hälfte der Sommerbewegung.

235. Wie im Sommer bewegt sich die östliche Seite des Gletschers an dieser Stelle schneller als die westliche.

§. 34. Bewegung des Grindelwald- und des Aletschgletschers.

236. Betreffs der Frage der Bewegung haben wir uns keinem andern Gletscher mit solcher Gründlichkeit gewidmet, wie der Mer de Glace. Wir sind indessen im Stande, einige an andern berühmten Gletschern angestellte Messungen hinzuzufügen. Bei dem Dörfchen Grindelwald im Berner Oberland befinden sich zwei grosse Eisströme, die nach ihrer Lage der Obere und Untere Grindelwaldgletscher heissen, und von denen der zweite vielfach von Alpenreisenden besucht wird. Quer über demselben hatten wir, Mr. Vaughan Hawkins und ich, am 6. August 1860 eine Reihe von 12 Stöcken befestigt. Am 8. gemessen und auf das tägliche Durchschnittsmass zurückgeführt, war die Bewegung dieser Stöcke folgende:

Bewegung des Untern Grindelwaldgletschers:

	Osten										Westen	
Nr. der Stöcke:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zahl in Zoll:	18	19	20	21	21	21	22	20	19	18	17	14

237. Der Höhenmesser war hier ein wenig unterhalb des nach der höhern Gletscherregion führenden

Fusspfades, ungefähr eine Meile weit oberhalb des Ausgangs des Gletschers, aufgepflanzt worden. Die Messungen wurden durch Spalten sehr erschwert.

238. Der grösste Gletscher in der Schweiz ist der Grosse Aletschgletscher, auf den wir in der Folge noch zurückkommen werden. Quer über demselben wurde am 14. August 1860 von Mr. Hawkins und mir eine Reihe von 34 Stäben aufgepflanzt. Am 16. gemessen und auf ihr tägliches Durchschnittsmass berechnet, stellte sich die fortschreitende Bewegung folgendermassen heraus:

Bewegung des Grossen Aletsch-Gletschers:

	Osten											
Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bewegung in Zollen:	2	3	4	6	8	11	13	14	16	17	17	19
Stäbe:	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Bewegung in Zollen:	19	18	18	17	19	19	19	19	17	17	15	
Stäbe:	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Bewegung in Zollen:	16	17	17	17	17	17	17	17	16	12	12	
										Westen		

239. Die stärkste Bewegung hier beträgt 19 Zoll im Tage. Wahrscheinlich ist der Gletscher auf der östlichen Seite flach, sodass die Hemmung des Bettes die Bewegung der östlichen Stöcke unbeträchtlich macht. Die Breite des Gletschers beträgt hier 9030 Kettenglieder oder ungefähr eine und ein Achtel englische Meile. Der Höhenmesser war hoch oben zwischen den Felsen auf der westlichen Flanke des Gebirges, ungefähr eine halbe Meile oberhalb des Märgelinsees, aufgestellt worden.

§. 35. Bewegung des Morteratschgletschers.

240. Weit im Osten des Oberlandes und in jenem interessanten Theile der Schweiz, welcher als das Ober-Engadin bekannt ist, liegt eine herrliche Gruppe von Bergen, nicht so hoch als die Berge im Oberland, aber dennoch von gewaltiger Erhabenheit. Die Gruppe erhält ihren Namen von ihrem hervorragendsten Gipfel, dem Piz Bernina. Um den Ort zu erreichen, fahren wir auf der Eisenbahn von Basel nach Zürich und von Zürich nach Chur, von wo wir mit dem Eilwagen entweder über den Albula- oder den Julierpass nach dem Dorfe Pontresina gelangen. Hier befinden wir uns in unmittelbarer Nähe der Berninaberge.

241. Von Pontresina können wir zu Fuss oder zu Wagen auf einem guten Fahrweg über den Berninapass nach Italien kommen. Ziemlich eine Stunde weit über dem Dorfe würden Sie von der Strasse aus mitten ins Gebirge hineinsehen und Ihre Blicke würden ein Thal durchschweifen, durch welches sich ein Gletscher von ansehnlicher Grösse erstreckt. An seinem Rücken entlang würden Sie eine Mittelmoräne sehen und Sie können kaum verfehlen, wahrzunehmen, wie die Moräne, die anfangs nur einen schmalen Streifen bildet, nach unten allmählich breiter wird, bis sie endlich das unterste Ende des Gletschers gänzlich bedeckt. Auch ist dies keine Wirkung der Perspective; denn wenn

Sie auf der Bergwand ständen, aus welcher der Gletscher hervorgeht, würden Sie von dort ebenfalls die Erweiterung des Schuttstreifens sehen, während hier die Perspective die Moräne nach unten hin schmaler erscheinen lassen müsste.

242. Der hier erwähnte Eisstrom ist der Morteratschgletscher, dessen Ende von dem Dorfe Pontresina zu Fuss in einer kleinen Stunde erreichbar ist. Wir haben nun seine Bewegungsschnelligkeit zu bestimmen und die Ursache der Erweiterung seiner Mittelmoräne zu finden.

243. Im Sommer des Jahres 1864 steckte ich mit Mr. Hirst drei Linien quer über diesen Gletscher ab. Die erste Linie kreuzte das Eis hoch oben, die zweite ein gutes Theil tiefer unten, und die dritte noch tiefer. Indessen befand sich auch die dritte Linie noch in beträchtlicher Entfernung über der eigentlichen Zunge des Gletschers. Das tägliche Vorrücken dieser drei Linien ergab sich, wie folgt:

Erste Linie:

Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bewegung in Zollen:	8	12	13	13	14	13	12	12	10	7	5

Zweite Linie:

Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bewegung in Zollen:	1	4	6	8	10	11	11	11	11	11	11

Dritte Linie:

Stäbe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bewegung in Zollen:	1	2	4	5	6	6	7	7	5	5	4

244. Vergleichen Sie nun diese Zahlenreihen miteinander! Sie bemerken, dass die Schnelligkeit der ersten Linie grösser als die der zweiten, die Schnelligkeit der zweiten grösser als die der dritten Linie ist.

245. Wir liessen diese Stablinien hundert Stunden lang abwärts wandern; nach Ablauf dieser Zeit hatten die Punkte der schnellsten Bewegung auf den drei Linien die folgenden Entfernungen zurückgelegt:

Höchster Grad der Bewegung in 100 Stunden.

Erste Linie	56 Zoll
Zweite Linie	45 »
Dritte Linie	30 »

246. Hier ist denn der Beweis geführt, dass die obern Schichten des Morteratschgletschers schneller als die untern fortrücken. Im vorigen Jahre, 1871, fand ich, dass die Bewegung eines Punktes in der Mitte des Gletschers nahe bei seiner Endzunge noch nicht zwei Zoll im Tage betrug!

247. Was ist nun die Folge dieses schnellern Vorrückens des obern Gletschers? Augenscheinlich eine Zusammenpressung dieser Mittelmoräne nach ihrer Länge, durch welche ihre Ausbreitung nach beiden Seiten verursacht wird. Wir haben hiermit die Ursache der Ausbreitung der Mittelmoräne deutlich und klar dargethan.

248. Es ist eine vielfach erörterte Frage gewesen, ob ein Gletscher im Stande ist, das Thal,

durch welches er sich bewegt, auszubaggern und zu vertiefen; und gerade dieser Morteratschgletscher ist angeführt worden, um zu beweisen, dass dies nicht der Fall sei. Beobachter begaben sich an die Zunge des Gletschers, und da sie dieselbe merklich unthätig fanden, schlossen sie, dass keine Ausbaggerung stattfände. Aber diejenigen, welche für das Vermögen der Gletscher, Thäler auszuhöhlen, eintraten, haben nie behauptet oder behaupten wollen, dass es die Zunge des Gletschers sei, welche diese Arbeit verrichte. Bei dem Morteratschgletscher muss diese Aushöhlungsthätigkeit, welche sicherlich in grösserm oder geringerm Masse von ihm ausgeübt wird, hoch oben im Thale bei weitem wirksamer sein als am Ende des Gletschers.

§. 36. Entstehung einer Spalte; Betrachtungen.

249. An der Vorstellung festhaltend, dass wir zusammen arbeiten, wollen wir uns jetzt auf ein neues Untersuchungsfeld begeben. — Nach hartem Tagewerk auf dem Glacier du Géant haben wir unsere Messkette zusammengerollt und befinden uns eben auf dem Heimweg; da hören wir auf einmal einen Knall unter unsern Füssen, als käme er aus dem Gletscher selbst. Etwas erschreckt blicken wir forschend über das Eis hin. Das Geräusch wiederholt sich, mehrere Schüsse folgen schnell aufeinander. Wir vernehmen sie manchmal zur Rechten, manchmal zur Linken, und es macht den

Eindruck, als bräche der Gletscher um uns herum in Stücke. Dennoch ist nichts zu sehen.

250. Wir prüfen das Eis Schritt für Schritt, und nach einer Stunde sorgfältigen Suchens haben wir die Ursache dieser Salven entdeckt. Sie verkünden die Geburt einer Spalte. Durch eine kleine Lache oben auf dem Gletscher sehen wir Luftblasen aufsteigen und finden den Boden der Lache von einem schmalen Riss durchkreuzt, aus dem die Blasen entspringen. Rechts und links von dieser Lache können wir den jungen Spalt auf weite Strecken verfolgen. Er ist stellenweise fast zu gering, um eine Messerscheide hineinzustecken.

251. Es ist schwer zu glauben, dass die furchtbaren Schründe, zwischen denen Sie und ich so oft mit Angst durchgeschritten sind, ihren Anfang in dieser winzigen Weise nehmen können. Dies ist indessen der Fall. Die grossen, gähnenden Abgründe auf und über den Eisfällen des Géant und des Talèfre sind bei ihrem Ursprung nur feine Risse, welche sich allmählich zu Spalten oder Crevasses ausweiten. Wir werden hier durch ein eindringliches Beispiel belehrt, wie Erscheinungen, welche auf die Entwickelung grosser Gewalt schliessen lassen, in Wirklichkeit durch so langsame Vorgänge hervorgebracht werden können, dass ihre Entdeckung eine verfeinerte Beobachtung erfordert. Bei der Entstehung von Naturerscheinungen kommen immer zwei Dinge in Betracht, die Grösse der wirkenden Kraft und die Zeitdauer ihrer

Wirksamkeit. Ist die Kraft gross und die Zeitdauer kurz, so entsteht eine plötzliche Erschütterung; aber genau dieselbe Erscheinung kann durch schwache Kräfte und lange Zeitdauer hervorgebracht werden. Diese Wahrheit erhält eine treffliche Beleuchtung durch die Eisfälle und Spalten der alpinischen Gebirgswelt; viele geologische Erscheinungen, welche auf den ersten Blick gewaltige Umwälzungen vermuthen lassen, mögen thatsächlich in dieser selben fast unmerklichen Weise zu Stande gekommen sein.

§. 37. Eiszapfen.

252. Die Spalten sind auf den höhern Firnen am grössten; dort treten sie zuweilen als lange, gähnende Schlünde, zuweilen als Abgründe von unregelmässiger Form auf. Ein zartes blaues Licht schimmert aus ihnen herauf, verliert sich aber allmählich in der Dunkelheit ihrer tiefern Theile. Ueber den Rändern der Abgründe, meistens über ihren südlichen Rändern, hängt eine Firste von Schnee, und von dieser hängen gleich Tropfsteinen Reihen durchsichtiger Eiszapfen herab, die zehn, zwanzig und dreissig Fuss lang sind. Diese hängenden Speere gehören zu den schönsten Bildungen der höhergelegenen Spalten.

253. Wie entstehen dieselben? Augenscheinlich durch das Abthauen des Schnees. Aber warum, wenn einmal aufgethaut, friert denn das Wasser

wieder zu festen Speeren zusammen? Sie haben Eiszapfen von der Dachrinne eines Hauses herabhängen sehen; es ist klar, dass dieselben durch den auf dem Dache thauenden Schnee hervorgebracht werden. Wenn wir diese begreifen, werden wir auch die grössern Tropfgebilde der alpinischen Spalten erklären können.

254. Die Kenntnisse, die wir besitzen, zusammenfassend und geduldig darüber nachdenkend, hoffen wir auf dieselben eine Theorie der Eiszapfen begründen zu können.

255. Erstens also müssen Sie wissen, dass die Luft unserer Atmosphäre durch die Strahlen der Sonne, einerlei ob dieselben sichtbar oder unsichtbar sind, kaum erwärmt wird. Die Luft ist in hohem Grad durchsichtig für alle Arten von Strahlen, und es ist nur der spärliche Bruchtheil, für den sie nicht durchsichtig ist, welcher seine Kraft auf ihre Erwärmung verwendet.

256. Nicht so indessen verhält es sich mit dem Schnee, auf welchen die Sonnenstrahlen fallen. Er saugt die Sonnenwärme in sich ein, und an einem sonnigen Tage können Sie die Gipfel der Hochalpen glänzen sehen von dem Wasser, das abschmilzt. Die Luft über den Bergen und rund herum kann gleichzeitig in einer Temperatur von mehrern Graden unter dem Gefrierpunkt verharren.

257. Sie brauchen nur aus dem Sonnenschein in den Schatten zu treten, um dies zu bestätigen. Ein einziger Schritt genügt, um Sie von einer Stelle

mit hohem Thermometerstand nach einer Stelle zu versetzen, wo das Quecksilber niedrig steht; die Veränderung entsteht nicht durch einen Unterschied in der Temperatur der Luft, sondern einfach dadurch, dass der Thermometer der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstrahlen entzogen wird. Ja, sogar ohne irgendeine Verschiebung des Thermometers, durch blosses Vorziehen eines passenden Schirmes, welcher die Sonnenstrahlen abhält, kann die Kälte der Luft bewiesen werden.

258. Betrachten Sie jetzt den Schnee auf dem Dach Ihres Hauses. Die Sonne scheint darauf und schmelzt ihn; das Wasser sickert in die Rinne und tropft dann herunter. Wenn die Dachrinne der Sonne ausgesetzt ist, bleibt das Wasser Wasser; ist aber die Dachrinne nicht der Sonne ausgesetzt, so befindet sich der Tropfen, noch ehe er den Schnee verlässt, aus welchem er entstanden ist, im Schatten. Nun kann an dem beschatteten Raume, wie wir gelernt haben, die Temperatur unter dem Gefrierpunkt stehen. Ist dies der Fall, so muss der Tropfen, anstatt herabzufallen, frieren, und somit wäre die Grundlage eines Eiszapfens gegeben. Andere Tropfen und Tröpfchen, welche sich folgen und über diese Grundlage herabsickern wollen, frieren theilweise an und verdicken sie an der Wurzel. Aber ein Theil des Wassers erreicht das freie Ende des Eiszapfens, hängt daran und friert dort, ehe er abtropft. So wird der Eiszapfen verlängert. In den Hochalpen, wo die Abthauung

massenhaft und die Kälte der beschatteten Spalte stark ist, wachsen die Eiszapfen, obgleich sie in derselben Weise entstehen, natürlich in viel grössern Verhältnissen. Auch das Wasser, welches durch den Schnee absickert, nachdem die Sonne sich zurückgezogen hat, bringt Eiszapfen hervor.

259. Es ist nützlich und wichtig, dass Sie im Stande sind, die Bildung eines Eiszapfens zu erklären; aber bei weitem wichtiger ist es, dass Sie begreifen, in welcher Weise die verschiedenen Fäden von dem, was wir Natur nennen, miteinander verwoben sind. Sie können einen Eiszapfen nicht vollkommen verstehen, wenn Sie nicht erst begreifen, dass Sonnenstrahlen, mächtig genug, Schnee und Eis zu schmelzen und die menschliche Haut in Blasen zu ziehen, ja sogar mächtig genug, wenn concentrirt, den ganzen menschlichen Körper zu verbrennen, die Luft durchschneiden und dieselbe eisig kalt lassen können.

§. 38. Der Bergschrund.

260. Nachdem wir diese Schwierigkeit weggeräumt haben, wollen wir uns wieder zu den Spalten wenden und sie in der Reihenfolge ihrer Entstehung betrachten. Zuerst also haben wir über den Schneefeldern oder Firnen die äussersten Spitzen und Kämme der Alpen, gegen welche der Schnee oft wie ein steiler Schanzwall aufgethürmt ist. Wir haben bereits gelernt, dass beide, Firnen und

Gletscher, langsam thalwärts rutschen; gewöhnlich hängt aber der oberste Theil jener Schneeschanze so fest mit dem Felsen zusammen, dass er daran haften bleibt, während der untere Theil sich losbricht. Auf diese Weise bildet sich eine sehr charakteristische Spalte, die in dem deutschredenden Theile der Alpen ein Bergschrund genannt wird. Derselbe umgibt oft eine Bergspitze wie ein Graben, als ob er sie gegen den Angriff der Bergsteiger vertheidigen müsste.

261. Achten Sie nun genau auf die Art seiner Entstehung. Denken Sie sich, dass der Schnee noch unverletzt sei. Seine höhern Theile haften an dem Felsen und bewegen sich ausserordentlich langsam nach unten; aber die untern Schichten werden, entweder durch ihre grössere Tiefe und Schwere oder ihren weniger vollkommenen Zusammenhang mit dem Felsen, genöthigt, schneller zu rutschen. Eine Dehnung entsteht hierdurch, welche strebt, den untern Schnee von dem obern loszutrennen. Eine Zeit lang wird dieser Dehnung durch die Cohäsionskraft des Firns widerstanden, aber endlich gibt diese nach und ein Riss entsteht, welcher genau senkrecht die Spannungslinie der Dehnung durchkreuzt. In andern Worten: eine Spalte bildet sich in rechten Winkeln zu der Spannungslinie.

§. 39. Querspalten.

262. Auf dem Gletscher wie auf dem Firn ist der Ursprung der Spalten derselbe. Durch eine oder die andere Ursache wird das Eis in einen Zustand der Dehnung versetzt, und da es sich nicht strecken kann, bricht es quer über die Spannungslinie. Nehmen Sie z. B. den Eisfall des Géant oder des Talèfre, auf denen, wie Sie wissen, furchtbare Spalten gähnen. Denken Sie sich den Firn und den Gletscher vollkommen abgeschält, sodass die Fläche, über welche sie gleiten, blossgelegt erscheint. Von dem Col du Géant aus würden wir diese Fläche sanft abfallen sehen bis zu der Stelle, welche jetzt den Rand des Falls einnimmt. Hier würde sich die Fläche steil heruntersenken bis zu dem Bett des gegenwärtigen Glacier du Géant, wo der Abhang wieder sanft werden würde.

263. Stellen Sie sich nun vor, wie der Firn über diese Fläche gleitet. Er kommt von dem Col herunter, bis er den eben erwähnten Rand erreicht. Er überschreitet denselben und muss sich herunterbiegen, um in seinem Bett zu bleiben. Machen Sie sich deutlich klar, was geschehen muss. Die Oberfläche des Firn wird offenbar in einen Zustand der Dehnung versetzt; sie bricht, und bildet eine Spalte. Jede neue Schicht des Firns wird, indem sie den Rand überschreitet, in ähnlicher Weise ge-

brochen, und so setzt sich dann eine Reihe von Spalten an dem Falle herab fort. Zwischen je zwei Spalten ist ein grosser quer herüberlaufender Rücken von Eis. Durch örtliche Streckungen auf dem Falle werden diese Rücken auch häufig durchbrochen, wodurch dann die Eisthürme, Séracs genannt, entstehen. Sowol die Rücken als auch die Séracs werden bis unten von dem Falle mitgeschleppt und verschieben sich während des Herabgleitens immer mehr gegeneinander.

264. Was muss nun am Fusse des Falls geschehen? Hier fällt der Abhang plötzlich weniger steil. Es ist klar, dass die Spalten hier nicht nur aufhören müssen, sich zu öffnen, sondern dass sie sich ganz oder zum Theil wieder schliessen müssen. Auf der Höhe des Falls war die Neigung eine solche, welche die Oberfläche convex (erhaben gewölbt) machte; am Fusse des Falls macht die Neigung die Oberfläche concav (hohl gewölbt). Im ersten Fall haben wir Dehnung, im andern Fall Druck. Im ersten daher ein Oeffnen, im zweiten ein Schliessen der Spalten. Die Schlussfolgerung entspricht genau den Thatsachen, die wir beobachten.

265. Entblössen Sie Ihren Arm und strecken Sie ihn gerade aus. Machen Sie mit Tinte zwei Punkte, einen oder einen halben Zoll voneinander entfernt, auf der innern Seite des Elnbogens. Krümmen Sie nun Ihren Arm: die Punkte nähern sich und werden endlich zusammengebracht. Denken Sie

nun, dass die beiden Punkte die beiden Seiten einer Spalte am Fusse eines Eisfalls vorstellen; die Krümmung des Arms entspricht dann der Krümmung des Eises, und das Zusammenfallen der Punkte ist dem Schliessen der Spalten gleich.

266. Dieselben Bemerkungen finden auch bei verschiedenen Theilen der Mer de Glace ihre Anwendung. An einigen Stellen verändert sich die Neigung von einem sanften Abhang zu einem steilen, und indem der Gletscher den Rand zwischen beiden überschreitet, bricht er an seiner Oberfläche entzwei. So werden die Querspalten gebildet. Es findet eine solche Veränderung der Neigung statt gegenüber dem Angle, und ein noch grösserer, aber ähnlicher Wechsel an der Spitze des Glacier des Bois. Die Folge davon ist, dass die Mer de Glace an dem erstern Punkt unwegsam ist; an dem andern ist sie so zerrissen und zerspalten, wie wir gesehen und beschrieben haben. Unterhalb des Angle und an der Basis des Glacier des Bois lässt die Steilheit nach, die Spalten heilen zu und der Gletscher wird wieder zusammenhängend und fest.

§. 40. Randspalten.

267. Vorausgesetzt, es gäbe keine Veränderungen in der Neigung der Abhänge, würden wir dann keine Spalten haben? Wir würden dann sicherlich weniger Spalten haben, aber gänzlich würden sie

nicht verschwinden. Denn es sind andere Umstände vorhanden, welche das Eis in einen Zustand der Dehnung versetzen und seinen Bruch herbeiführen. Der hauptsächlichste darunter ist die schnellere Bewegung der Mitte des Gletschers.

268. Mit Hülfe der Arbeiten eines hervorragenden Mannes, des nun verstorbenen Mr. Wm. Hopkins von Cambridge, wollen wir die Erklärung dieses Punktes zu bewältigen suchen. Aber das Vergnügen dieser Errungenschaft würde erhöht werden, wenn wir im voraus die verwirrenden und täuschenden Erscheinungen sehen könnten, welche die Erklärung in Betracht ziehen muss. Könnten meine Wünsche erfüllt werden, so würde ich Sie an dieser Stelle unserer Forschungen mit mir nach Basel führen, von da nach Thun, von da nach Interlaken, und von da nach Grindelwald, wo Sie sich dann wirklich in Gegenwart des Wetterhorns und des Eigers befänden, mit allen höchsten Spitzen des Berner Oberlandes, dem Finsteraarhorn, dem Schreckhorn, dem Mönch und der Jungfrau in nächster Nachbarschaft. Bei Grindelwald sind, wie wir schon wissen, zwei wohlbekannte Gletscher, der Obere und der Untere Grindelwaldgletscher, auf welchem letztern dann unsere Untersuchungen ihren Anfang nehmen würden.

269. Von dem Dorfe nach dem untern Theil des Thals hinabsteigend, würden wir gerade auf das gegenüberliegende Gebirge zugehen und, die grossen Kalksteinabgründe des Wetterhorns zur Linken,

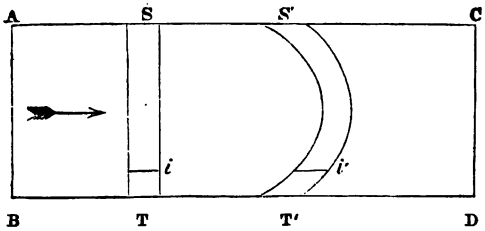
auf einen Pfad gelangen, welcher eine freie Aussicht auf den Gletscher darbietet. Hier würden wir schöne Beispiele sehen von Spalten, welche sich an dem obern Rande eines Abgrundes öffnen und sich am Fusse wieder schliessen. Aber der Hauptanziehungspunkt würden die an der Seite dieses Gletschers gebildeten Spalten sein — die Randspalten, wie sie wol genannt werden dürfen.

270. Wir würden die Seite vielfach zerrissen finden, sogar an solchen Stellen, wo die Mitte dicht geblieben ist; und wir würden besonders bemerken, dass die Risse weder in der Richtung des Gletschers, noch quer herüberlaufen, sondern schräg liegen, sodass sie mit den Seiten einen Winkel von ungefähr 45 Grad einschliessen möchten. Von der Seite des Gletschers ausgehend, scheinen diese Spalten nach oben hin zugespitzt zu sein; das heisst die Enden der Risse, welche gegen den begrenzenden Berg zu laufen, scheinen heruntergezerrt zu sein. Wären Sie weniger unterrichtet als Sie jetzt sind, so wollte ich darauf wetten, der Anblick dieser Risse veranlasste Sie zu dem Schlusse, dass die Mitte des Gletschers sich weniger schnell bewege als seine seitlichen Theile.

271. Dies war in der That die Schlussfolgerung, die Herr Agassiz aus dieser selben Erscheinung zog, ehe er die Bewegung der Seiten und der Mitte des Unteraargletschers gemessen hatte. Herr Hopkins aber, sehr geübt in der Behandlung mechanischer Aufgaben, leitete die Schräge der seitlichen Spalten

unverzüglich von dem schnellern Gleiten der Mitte her. Wenn ich mich mit Blei und Notizbuch neben den Gletscher stellen könnte, würde ich Ihnen die Sache folgendermassen sofort klar machen.

272. Es möge A C in der beistehenden Figur eine Seite des Gletschers, B D die andere Seite vorstellen; die Richtung der Bewegung würde von dem Pfeil angegeben. S T soll dann einen Ausschnitt des Gletschers bezeichnen, der, sagen wir am heutigen Tage, in gerader Linie quer über seine Breite aufgenommen ist. Wenige Tage oder Wochen



später wird dieser Ausschnitt heruntergerutscht sein, und da die Mitte schneller rutscht als die Seiten, wird er nicht gerade bleiben, sondern sich zu der Form von S′ T′ umbiegen.

273. Angenommen T *i* wäre ein kleines Quadrat auf dem ursprünglichen Ausschnitt, nahe am Rande des Gletschers. In seiner neuen Lage wird dieses Quadrat zu der rautenförmigen Figur T′ *i*′ verzerrt werden. Richten Sie nun Ihr Augenmerk auf die Diagonale des Quadrats T *i*; in der tiefern Lage würde diese Diagonale, wenn sich das Eis strecken könnte, zu T′ *i*′ verlängert werden.

Aber das Eis streckt sich nicht: es bricht, und wir bekommen eine Spalte im rechten Winkel zu T' *i'*. Die blosse Betrachtung dieses Umrisses wird Ihnen klar machen, dass sich die Spalte in schräger Richtung nach oben zuspitzen wird.

274. An der ganzen Seite des Gletschers entlangt bringt die schnellere Bewegung der Mitte einen ähnlichen Zustand der Dehnung hervor, und die Folge davon ist, dass die Seiten in reichem Masse von solchen schrägen Spalten zerrissen sind, sogar an Stellen, wo die Mitte frei von ihnen bleibt.

275. Es gewährt einen merkwürdigen Anblick, wie an andern Stellen die Querspalten sich mit den Randspalten vereinen und so grosse bogenförmige Spalten bilden, welche sich von einer Seite zur andern quer über den Gletscher erstrecken. Die Wölbung des Bogens ist nach oben gerichtet, wie es nach den Grundregeln der Mechanik eben sein muss (siehe die Skizze auf folgender Seite). Aber wenn Sie jene Grundregeln nicht kennen würden, von dem Anblick dieser Bogen würden Sie niemals auf die schnellere Bewegung der Mitte schliessen. Bei Bergstürzen und bei der Bewegung theilweise verhärteter Lehmschichten könnten Sie zuweilen ähnliche Erscheinungen beobachten, wie sie sich hier auf dem Eise gezeigt haben.

§. 41. Längenspalten.

276. So haben wir denn den Ursprung der beiden Arten, der Querspalten und der Randspalten aufgedeckt. Aber wo ein Gletscher aus einem steilen und engen Pass heraus auf eine verhältniss-

Skizze bogenförmiger Spalten: der Gletscher bewegt sich von links nach rechts.

mässig wenig geneigte Ebene kommt, welche ihm Raum gewährt, sich nach den Seiten auszubreiten, wird seine Bewegung zum Theil aufgehalten und die flache Schicht hat den Druck der steilern Schichten dahinter auszuhalten. Hier stimmt die Richtung des Drucks mit der des Gletschers über-

ein, während im rechten Winkel zur letztern eine Dehnung stattfindet. Senkrecht zu letzterer Linie bricht das Eis, und es werden Längenspalten gebildet.

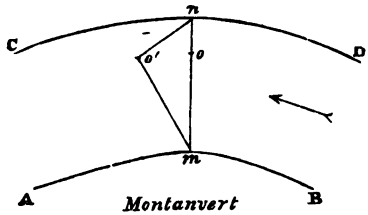
277. Beispiele dieser Art von Spalten liefert der untere Theil des Rhônegletschers, wenn man von dem Grimselpass oder irgendeinem andern Aussichtspunkt auf den angrenzenden Bergen auf ihn herunterblickt.

§. 42. Wie sich die Spalten zur Krümmung der Gletscher verhalten.

278. Ein Punkt ist noch übrig, der erwogen werden muss; Ihre gegenwärtigen Kenntnisse setzen Sie in den Stand, ihn in einem Augenblick zu begreifen. Sie erinnern sich, dass wir in der Anfangszeit unserer Untersuchungen die Mer de Glace von der Chapeau-Seite nach der Montanvert-Seite überschritten haben. Ich bat Sie damals, zu beachten, dass die Chapeau-Seite des Gletschers stärker zerspalten war als die Mitte und die Montanvert-Seite (75). Woher kommt das? Da wir nunmehr wissen, dass die Chapeau-Seite des Gletschers sich schneller bewegt als die andere Seite, und dass der Punkt der schnellsten Bewegung nicht in der Mitte, sondern weit östlich von ihr liegt, sind wir ausgerüstet, diese Frage in einer vollkommen befriedigenden Weise zu beantworten.

279. Es mögen A B und C D in der folgenden

Figur die beiden gekrümmten Seiten der Mer de Glace bei dem Montanvert, und *m n* eine gerade Linie quer über dem Gletscher vorstellen. *o* soll dann der Punkt der schnellsten Bewegung sein. Der mechanische Zustand der beiden Seiten des Gletschers kann nun in folgender Weise klar dargelegt werden. Angenommen, die Linie *m n* wäre eine gerade elastische Schnur, deren Enden befestigt sind. Man fasse dieselbe bei dem Punkt *o* mit dem Zeigefinger und dem Daumen und ziehe sie in einer Weise nach *o'*, dass die Entfernung zwischen *o'*



und der Seite C D unverändert bleibt. Dabei würde sich die Länge *n o* der Schnur zu *n o'* ausgedehnt haben und die Länge *m o* zu *m o'*, und es wird deutlich sichtbar, dass die Dehnung der kurzen Linie im Verhältniss zu ihrer Länge grösser ist als die der langen Linie im Verhältniss zu ihrer Länge. In andern Worten: die Dehnung auf *n o'* ist grösser als die auf *m o'*; sodass, wenn eine davon unter der Dehnung brechen sollte, es zuerst die kurze sein würde.

280. Diese beiden Linien zeigen uns die Ver-

hältnisse der Dehnung auf den beiden Seiten des Gletschers. Die Seiten werden zurückgehalten und die Mitte strebt, sich vorwärts zu bewegen, wodurch eine Dehnung zwischen der Mitte und den Seiten entsteht. Aber die Verschiebung des Punktes der schnellsten Bewegung durch die Thalkrümmung macht, dass die Dehnung auf dem östlichen Eis stärker ist als auf dem westlichen. Die östliche Seite des Gletschers ist daher auch weit mehr zerspalten als die westliche.

281. Hierin beruht in der That die Schwierigkeit, auf der östlichen Seite der Mer de Glace entlang zu gehen, und dies war ein Grund für unsere Ueberschreitung des Gletschers gegenüber dem Montanvert. Es kommen zwei convexe Krümmungen auf der östlichen Seite auf eine auf der westlichen Seite, daher denn im ganzen die östliche Seite der Mer de Glace am stärksten zerrissen ist.

§. 43. Moränefirsten, Gletschertische und Sandkegel.

282. Als Sie mit mir zuerst die Mer de Glace von Trélaporte nach dem Couvercle überschritten, fanden wir, dass die Streifen von Felsstücken und Trümmerschutt, welche die Mittelmoränen bildeten, Firste waren, die über die allgemeine Höhe des Gletschers bis zu einer Höhe von stellenweise 20 bis 30 Fuss emporragten. Bei der nähern Besichtigung dieser Firste fanden wir, dass der Schutt nur oberflächlich darauf liegt, und zwar auf einem

grossen Eisgrat, welcher auf dem Rücken des Gletschers entlang läuft. Auf welche Weise ist diese Firste von Eis in die Höhe gewachsen?

283. Viele von Ihnen haben die Geschichte gelesen, wie Dr. Franklin Stückchen Zeug von verschiedenen Farben an einem sonnigen Tag auf den Schnee legte. Die Zeugstückchen sanken ein in den Schnee, die dunkelgefärbten am schnellsten.

284. Denken Sie über diesen Versuch nach! Die Sonnenstrahlen fallen zuerst auf die obere Fläche des Zeugs und erwärmen sie. Die Wärme wird dann durch das Zeug auf die untere Fläche geleitet, und die untere Fläche leitet sie auf den Schnee über, welcher endlich durch die Erwärmung aufgethaut wird. Es ist ganz begreiflich, dass die Menge des Schnees, welcher schmilzt, allein durch die Wärmemenge bestimmt wird, die von der obern Fläche auf die untere Fläche der Zeugstücke fortgeleitet wird.

285. Nun ist Tuch ein schlechter Wärmeleiter. Es gestattet der Wärme nicht, frei hindurchzugehen. Wenn die Wärme jedoch nur durch eine einzige Lage Tuch zu gehen hat, kann eine reichliche Menge von ihr hindurchkommen. Wenn man aber die Dicke des Tuchs verdoppelt, verdreifacht oder verfünffacht oder, was noch leichter ist, wenn man mehrere Stücke aufeinanderlegt, so gelangt man zuletzt zu einem Grade von Dichtigkeit, der keinem wahrnehmbaren Theil der Wärme mehr gestattet, von der obern zur untern Fläche durchzudringen.

286. Was muss sich ereignen, wenn ein solches dickes Stück oder mehrere solche Stücke Tuch auf Schnee gelegt werden, welcher von einer heissen Sonne beschienen wird? Der Schnee um das Tuch herum wird geschmolzen, aber der Schnee unter dem Tuch wird geschützt. Wenn diese Einwirkung lange genug andauert, so wird die unvermeidliche Folge davon sein, dass die Höhe des Schnees rings um das Tuch herum sinken wird, und das Tuch auf einer Schnee-Erhöhung liegen bleibt.

287. Wenn Sie dieses begreifen, so haben Sie schon die Frage der Moräne-Erhöhung gelöst. Sie entstehen nicht durch irgendein Anschwellen des Eises nach oben. Sondern das Eis unter dem Felsen und dem Schutt ist vor der Sonne geschützt, der Gletscher rechts und links schmilzt ab und lässt eine Erhöhung zurück.

288. Verschiedene andere Erscheinungen auf dem Gletscher kann man auf dieselbe Weise erklären. Hier auf der Mer de Glace sehen wir flache Felsplatten, welche zuweilen oben auf Eispfeilern aufgerichtet sind. Dies sind die sogenannten Gletschertische. Sie entstehen nicht durch das Wachsen eines Eisstiels aus dem Gletscher heraus, sondern durch das Schmelzen des Gletschers um das vom Stein beschützte Eis herum. Hier folgt eine Zeichnung eines der Tische von der Mer de Glace.

289. Beobachten Sie ausserdem, dass ein Gletschertisch fast niemals rechtwinkelig auf seinem Pfeiler

ruht. Er hängt gewöhnlich nach einer Seite über, und wiederholte Beobachtung lehrt Sie, dass Sie nach dieser Stellung immer die Nordsüdlinie auf dem Gletscher ziehen können. Denn die Sonne bei ihrem Stand südlich vom Zenith sendet ihre Strahlen gegen die Südseite des Tisches, während die Nordseite im Schatten bleibt. Die Südseite wird daher

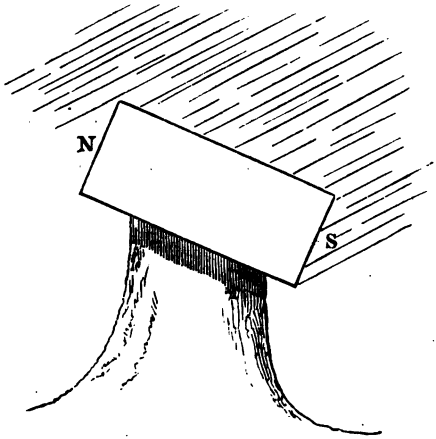
Gletschertisch der Mer de Glace.

am meisten erwärmt und schützt das Eis, das unter ihr liegt, nicht so vollkommen wie die Nordseite. Der Tisch wird dadurch geneigt, und das Ende ist, dass die Platte kopfüber von ihrem Fussgestell herabgleitet.

290. In der folgenden Figur (S. 136) haben wir, was man einen idealen Gletschertisch nennen könnte. Die schrägen Linien stellen die Richtung der Sonnen-

strahlen dar, und die daraus folgende Neigung des Tisches, wie sie hier zu sehen ist, entspricht ganz dem auf den Gletschern Beobachteten.

291. Ein Kieselstein wird nicht auf diese Art aufsteigen; gleichwie Franklin's einzelnes Stückchen Tuch wird ein dunkelfarbiger Kieselstein in das Eis hineinsinken. Ein Stück schwarzer Dammerde



Schematische Darstellung eines Gletschertisches und seiner Neigung nach Süden.

wird nicht auf der Oberfläche bleiben, sondern wird einsinken; und verschiedene Theile des Gletschers du Géant zeigen Vertiefungen, ähnlich wie Honigwaben, infolge des Einsinkens solcher Stücke Schmuz in das Eis.

292. Aber wenn der Schmuz die genügende Dicke hat, um das Eis zu schützen, dann wird die Sache anders. Sand wird oft durch einen Bach von den

Bergen oder den Moränen heruntergewaschen und über verschiedene Stellen des Gletschers verstreut. Etwas sehr Merkwürdiges entsteht dadurch: die übersandete Oberfläche steigt in die Höhe und der Theil, wo der Sand am dicksten ist, steigt am höchsten. Kleine Spitzen und Erhöhungen ragen hervor, und wenn die Vertheilung des Sandes günstig ist und die Wirkung lange genug andauert, so werden kleine Bergkuppen gebildet, theils vereinzelte, theils in Gruppen, welche wie Nachbildungen der Alpen selbst aussehen. Die Sandkegel der Mer de Glace sind nicht auffallend; aber auf dem Görner-, dem Aletsch- und dem Morteratschgletscher und auf andern Gletschern erreichen sie eine Höhe von zehn oder zwanzig Fuss.

§. 44. Die Gletschermühlen (Moulins).

293. Sie und ich haben durch vielfache Erfahrung den Charakter der Mer de Glace kennen gelernt. Wir sind tagelang über dieselbe gewandert in der Absicht, einen bestimmten Zweck zu erreichen, aber wir haben unsere Augen nicht für andere Gegenstände verschlossen. Durch Seitenblicke auf Dinge, welche augenblicklich nicht unsere Aufmerksamkeit beschäftigen, erstehen in der wissenschaftlichen Forschung neue Gegenstände der Untersuchung.

294. So werden wir beim Ueberschreiten des Eises bei Trélaporte oft von einem Schall getroffen,

der tiefem, rollendem Donner gleicht. Wir suchten später den Ursprung dieses Schalles und fanden ihn.

295. Eine grosse Fläche dieses Theils des Gletschers ist ungeborsten. Hierdurch haben die Wassertropfen Gelegenheit, Rinnen zu bilden; die Rinnen vereinigen sich zu kleinen Bächen; die kleinen Bäche setzen sich zu rauschenden grössern Bächen zusammen, welche zuweilen tiefe Kanäle in das Eis einschneiden. Früher oder später erreichen diese Bäche einen geborstenen Theil des Gletschers, wo eine Spalte sich quer dem Bach entgegenstellt. Hierdurch wird dem Wasser ein Weg in die Tiefe des Gletschers gebahnt. Bei andauernder Thätigkeit höhlt der Bach einen Schacht aus und die Spalte wird auf diese Weise der Ausgangspunkt für einen Trichter von unabsehbarer Tiefe, in welche das Wasser mit dem Getöse des Donners hineinrauscht.

296. Diese Trichter und ihr Wasserfall bilden eine sogenannte Gletschermühle oder Moulin.

297. Lassen Sie mich Ihre Hand fest fassen, während Sie auf dem Rande dieses Schachtes stehen und hineinsehen. Die Höhle mit ihrem reinen, blauen Schimmer ist schön, aber schrecklich. Unvorsichtige Leute sind in diesen Schacht hineingestürzt; auf eine kurzdauernde Verwirrung folgte Sturz und plötzlicher Tod. Aber Vorsicht auf den Gletschern und in den Bergen sollte bei Forschern, wie wir sind, durch die Gewohnheit zur zweiten Natur werden.

298. Die Spalte, in welcher der Bach zuerst hereingestürzt ist, um die Mühle zu bilden, rückt mit dem Gletscher nach unten. Ein nachfolgender Theil des Eises erreicht den Ort, wo die Spannung stattfindet, welche das Eis zum Bersten bringt. Eine neue Spalte wird dann oberhalb der Mühle gebildet, welche von nun an vom Bach nicht mehr versorgt wird und als ein leerer Schacht hinunterrückt. Hier auf der Mer de Glace sehen wir vor dem Grand Moulin nicht weniger als sechs solcher verlassener Höhlen. Einige von ihnen messen wir mit dem Senkblei als 90 Fuss tief.

299. Aber wir wünschen womöglich die vollständige Tiefe der Mer de Glace zu bestimmen. Der Grand Moulin bietet eine Gelegenheit dazu, die wir nicht vernachlässigen dürfen. Unser erster Versuch, die Tiefe der Mühle zu messen, scheitert an dem Reissen der Schnur durch den heftigen Sturz des Wassers. Die Schiffer wenden zur Messung der Seetiefe ein Gewicht an, in dessen Boden ein Klümpchen Fett eingelassen ist, und erkennen an dem Fett, ob das Gewicht den Meeresgrund erreicht hat. Wir benutzen ein solches Gewicht, können aber das Bett des Gletschers nicht erreichen. Eine Tiefe von 163 Fuss ist das Aeusserste, was unser Senkblei erreichen kann.

300. Vom 28. Juli bis zum 8. August haben wir das Fortschreiten des Grand Moulin beobachtet. An dem erstern Tage wurde die Lage der Mühle festgestellt. Am 31. hatte sie sich um 50 Zoll ab-

wärts bewegt; etwas über einen Tag später war sie um 74 Zoll fortgeschritten. Am 8. August hatte sie sich um 198 Zoll verrückt, was im Durchschnitt 28 Zoll in 24 Stunden ergibt. Ohne Zweifel wird man im nächsten Sommer auf der Mer de Glace einen Grand Moulin nahe bei Trélaporte brausen hören; aber gleichwie bei der Crevasse des Grand Plateau, von der wir schon berichtet haben (§. 16), wird es nicht unser Moulin sein. Dieser oder vielmehr das Eis, welches er durchdrungen hat, ist jetzt wahrscheinlich über eine englische Meile tiefer unten als im Jahre 1857.

§. 45. Die Veränderungen des Wasserumfangs bei Wärme und Kälte.

301. Wir haben auf dem Gletscher Schachte und Gruben bemerkt, welche mit Wasser vom zartesten Blau angefüllt waren. In manchen Fällen waren dies Schachte von erloschenen, auf dem Boden verschlossenen Moulins gewesen. Es ist eine Theorie aufgekommen, um sie zu erklären, welche, obgleich sie unhaltbar sein mag, Betrachtungen in Bezug auf die Eigenschaften des Wassers veranlasst, welche Forschern, wie wir sind, bekannt sein sollten.

302. Bei unserer Auflösung des See-Eises durch einen Wärmestrahl (§. 11) bemerkten wir kleine leere Räume im Mittelpunkt der durch den Strahl gebildeten flüssigen Blumen. Diese Räume erklärten wir durch den Umstand, dass wenn Eis schmilzt,

das daraus entstehende Wasser weniger Raum einnimmt als das Eis, und dass daher das Wasser der Blume nicht im Stande ist, den ganzen Raum, welchen die Blume bedeckt, einzunehmen.

303. Lassen Sie uns diesen Gegenstand noch ausführlicher erläutern. Verschliessen Sie eine schmale Flasche mit einem Pfropfen wasserdicht, und führen Sie durch den Pfropfen eine enge Glasröhre gleichfalls wasserdicht ein. Es ist leicht die Flasche mit Wasser so zu füllen, dass die Flüssigkeit in einer gewissen Höhe in der Glasröhre steht.

304. Lassen Sie uns jetzt die Flasche mit einer Spirituslampe erwärmen. Bei dem ersten Anschlagen der Flamme bemerken Sie einen Augenblick lang ein Sinken der Flüssigkeit in der Glasröhre. Das rührt von der plötzlichen Ausdehnung der Flasche durch die Wärme her; sie wird plötzlich weiter, wenn die Flamme sie zuerst erreicht.

305. Aber die Ausdehnung des Wassers holt diejenige der Flasche bald ein und überholt sie sogar. Wir bemerken unmittelbar das Steigen der Flüssigkeitssäule in der Glasröhre, genau ebenso wie Quecksilber in der Röhre eines erwärmten Thermometers steigt.

306. Unsere Glasröhre ist 10 Zoll lang, und beim Ausgang unserer Untersuchung stand das Wasser in ihr in einer Höhe von 5 Zoll. Wir wollen die Spirituslampe einwirken lassen, bis das Wasser ganz an die Spitze der Röhre reicht und

übertröpfelt. Dieser Versuch genügt, um die Ausdehnung des Wassers durch Wärme zu zeigen.

307. Wir nehmen jetzt eine gewöhnliche Glasschale und thun in dieselbe ein wenig gestossenes Eis und Salz. In diese Kältemischung stellen wir unsere Flasche und umgeben sie mit derselben. Die Flüssigkeitssäule zieht sich in der Röhre nach unten zusammen und beweist damit die Zusammenziehung der Flüssigkeit durch Kälte. Wir lassen die Zusammenziehung einige Minuten andauern und bemerken, dass die Niederwärtsbewegung der Flüssigkeit allmählich langsamer wird und dass sie zuletzt ganz aufhört.

308. Halten Sie Ihre Augen auf die Flüssigkeitssäule gerichtet; sie verhält sich ruhig während eines Bruchtheils einer Minute, und bewegt sich dann von neuem; aber ihre Bewegung geht jetzt nach oben statt nach unten. Die Kältemischung wirkt jetzt genau ebenso wie die Flamme.

309. Es ist nicht schwer, einen Thermometer durch den Pfropfen in die Flasche zu führen und er gibt uns genau die Temperatur an, bei welcher die Flüssigkeit aufhört, sich zusammenzuziehen, und anfängt, sich auszudehnen. In diesem Moment werden wir die Temperatur der Flüssigkeit etwas über 4° C. finden.

310. Bei dieser Temperatur erreicht also das Wasser seine höchste Dichtigkeit.

311. Bei vier Grad weniger, also bei 0° C., fängt die Flüssigkeit an, sich in Eiskrystalle zu verwan-

deln, welche, wie Sie wissen, auf dem Wasser schwimmen, weil sie bei gleichem Gewicht grösser sind. In der That ist dieses Haltmachen der sich nähernden Moleculen bei der Temperatur von 4° C. nur die Vorbereitung zu der darauffolgenden Thätigkeit der Krystallisation, in welcher die Ausdehnung durch Kälte gipfelt. Auf dem Wege zu dem Punkte des Festwerdens geht die Zunahme des Rauminhalts langsam und allmählich vor sich; während bei dem Act des Festwerdens sie plötzlich und mit überwältigender Macht auftritt.

312. Durch diese Kraft der Ausdehnung haben die florentiner Akademiker vor langer Zeit eine Kugel aus fast dreiviertel Zoll dickem Kupfer gesprengt. Durch dieselbe Kraft sprengte der berühmte Astronom Huyghens im Jahre 1667 eiserne Kanonen von der Wandstärke eines Fingers. Solche Versuche sind seitdem häufig gemacht worden. Major Williams füllte in einem strengen quebecker Winter einen Mörser mit Wasser und verschloss ihn, indem er in seine Mündung einen Holzpflock einschlug. Einer Temperatur von 27° C. Kälte ausgesetzt, widerstand das Metall der Spannung, aber der Pflock gab nach und wurde in eine Entfernung von 400 Fuss geschleudert. In Warschau wurden Haubitzenröhren auf diese Art gesprengt, und wir selbst haben Bombenkugeln in Stücke zersplittert, indem wir sie eine halbe Stunde lang in eine Kältemischung legten.

313. Die Theorie der Schachte und Höhlen, von

welcher wir im Anfang dieses Abschnitts gesprochen haben, ist folgende: Das Wasser auf der Oberfläche des Schachtes wird von der Sonne erwärmt, sagen wir bis zu einer Temperatur von 4° C. Das Wasser auf dem Boden des Schachtes, welches in Berührung mit dem Eise ist, muss ungefähr 0° C. haben. Das schwere Wasser ist daher oben; es wird auf den Boden hinabsteigen, das Eis dort schmelzen und auf diese Weise den Schacht tiefer machen.

314. Der soeben beschriebene Umlauf geht unzweifelhaft vor sich, und einige merkwürdige Wirkungen sind durch ihn bedingt; nach meiner Meinung aber nicht diejenige, die ihm hier zugeschrieben wird. Das Tieferwerden eines Schachtes setzt ein schnelleres Schmelzen auf dem Boden als auf der Oberfläche des Gletschers voraus. Es ist schwer einzusehen, weshalb die Sonnenwärme, welche zuerst vom Wasser eingesogen und von diesem auf den Grund des Schachtes übertragen wird, das Schmelzen auf dem Grunde schneller bewerkstelligen sollte als das Schmelzen des Eises, welches den unmittelbaren Eindruck der Sonnenstrahlen erhält. Die Oberfläche des Gletschers muss zum wenigsten ebenso schnell sinken wie der Boden der Höhle, sodass der Kreislauf, obgleich in Wirklichkeit bestehend, nicht den ihm zugeschriebenen Erfolg haben kann.

§. 46. Folgen, welche aus den eben beschriebenen Eigenthümlichkeiten des Wassers entstehen. Verbesserung von Irrthümern.

315. Ich war noch sehr jung, als ich mit dieser Eigenthümlichkeit des Wassers bekannt gemacht wurde, dass seine Zusammenziehung durch Abkühlung bei 4° C. aufhört, und ich erinnere mich des Eindrucks, den es auf mich machte. Denn ich wurde aufgefordert zu überlegen, was daraus entstünde, wenn diese einzige Ausnahme eines sonst allgemeinen Gesetzes aufhörte zu bestehen.

316. Ich wurde aufgefordert, über die Lage eines fischreichen Sees nachzudenken, dessen Oberfläche sehr kalter Luft ausgesetzt ist. Es wurde mir klar gemacht, dass das Wasser nach der ersten Abkühlung sich zusammenziehen und schwerer werden würde, dass es daher sinken müsste, und sein Platz von dem wärmern und leichtern Wasser aus den tiefern Theilen des Sees eingenommen würde.

317. Ich wurde darauf hingewiesen, dass ohne das betreffende Gesetz dieser Kreislauf immer weiter vor sich gehen würde, bis das ganze Wasser des Sees bis zum Gefrierpunkt abgekühlt wäre. Dann würde das Gefrieren beginnen und so lange andauern, als noch irgendeine Spur Wasser in flüssigem Zustande vorhanden ist. Eine Folge davon würde sein, dass jedes lebende Geschöpf, das in dem See enthalten ist, zerstört würde. Andere

Uebelstände würden hinzukommen, welche alle, wie es hiess, durch die ganz ausnahmsweise Einrichtung verhütet werden, dass nach einer bestimmten Zeit das kältere Wasser das leichtere wird, hierdurch auf der Oberfläche des Sees schwimmt, da gefriert und so ein schützendes Dach über dem Leben in der Tiefe bildet.

318. Graf Rumford, einer der gediegensten Gelehrten, schreibt auf folgende Weise über diesen Gegenstand: „Es scheint mir nicht, dass es irgendwo etwas gibt, was menschliche Weisheit innerhalb der weitausgedehnten Grenzen der sichtbaren Schöpfung fassen kann, was einen schlagendern oder deutlichern Beweis lieferte von der Weisheit des Schöpfers und seiner besondern Sorgfalt, welche er in der allgemeinen Anordnung des Weltalls anwendete, um thierisches Leben zu beschützen, als dieser wunderbare Plan.

319. „Lassen Sie mich um die Aufmerksamkeit meiner Leser bitten, während ich versuche, diesen äusserst interessanten Gegenstand zu erforschen; und lassen Sie mich zu gleicher Zeit von seiner Klarheit und Milde sprechen. Ich bin mir der Gefahr bewusst, der ein Sterblicher sich aussetzt, welcher den Muth hat, die Absichten der unendlichen Weisheit zu erklären. Das Unternehmen ist kühn, aber es kann sicherlich nicht für unschicklich gelten.

320. „Wäre die Vorsehung bei dieser Gelegenheit nicht auf eine Art eingetreten, welche man wol

wunderbar nennen kann, so wäre das süsse Wasser in der gemässigten Zone im Winter unvermeidlich bis zu einer grossen Tiefe gefroren, und jede Pflanze und jeder Baum würde zerstört worden sein."

321. Mehrere Seiten seines Buches hindurch fährt Graf Rumford in diesem Stil fort, die Wege und Absichten der Allmacht auszulegen, und er zaudert nicht, sehr harte Worte gegen diejenigen zu richten, welche seine Meinungen nicht theilen. Er nennt sie verhärtet und entartet. Wir werden hier vor einer Thatsache gewarnt, welche oft vergessen wird, dass nämlich das Vergnügen oder Behagen an einer Meinung, oder die Wärme oder Gefühlserregung, welche sie erzeugt, keine Bürgschaft für ihre Wahrheit ist. Denn Graf Rumford's ganzes Entzücken und ganzer Enthusiasmus über diesen Gegenstand und sein ganzer Unwille gegen diejenigen, welche seine Ansichten nicht theilen, waren auf eine irrige Meinung gegründet.

322. Das Wasser ist nicht eine einzige Ausnahme zu einem sonst allgemeinen Gesetz. Es gibt noch andere Molecule als diejenigen dieser Flüssigkeit, welche mehr Raum in dem festen krystallisirten Zustande verlangen, als in dem angrenzenden geschmolzenen Zustande. Eisen befindet sich in diesem Falle. Festes Eisen schwimmt auf geschmolzenem Eisen ebenso wie Eis auf Wasser schwimmt. Wismuth bietet einen noch schlagendern Fall; wir könnten ebenso sicher eine Bombe durch

das Festwerden von Wismuth zertrümmern, wie durch Festwerden von Wasser. Hier gibt es keine Fische, für die Sorge zu tragen wäre, und dennoch ist der „Plan“ derselbe.

323. Es widerstrebt mir, in demselben Athemzuge mit Graf Rumford Leute zu erwähnen, von welchen mir erzählt wird, dass sie noch heutigentags bekennen, dass sie den Trost einer Religion in einem Aberglauben finden, welcher niedriger ist als irgendetwas, das bisjetzt den civilisirten menschlichen Geist herabgewürdigt hat. Sodass die Befriedigung, welche ein Glaube gewährt, und die Wahrheit eines Glaubens zwei ganz verschiedene Dinge sind.

324. Das Leben und die Bedingungen zum Leben sind in nothwendigem Einklang miteinander. Das ist eine unleugbare Wahrheit, denn ohne die angemessenen Bedingungen würde das Leben nicht bestehen können. Sowol das Leben als seine Bedingungen setzen die Wirksamkeit einer unerforschlichen Macht voraus. Wir kennen nicht ihren Ursprung, und wir kennen nicht ihr Ende. Und die Vermessenheit, wenn nicht Erniedrigung, ist auf seiten jener, welche auf den Thron des Weltalls ein vergrössertes Bild ihrer selbst setzen und seine Werke für eine einfache kolossale Nachahmung ihrer eigenen halten.

§. 47. Der Molecularvorgang der Wassergefrierung.

325. Aber lassen Sie uns zu unserer Wissenschaft zurückkehren. Wie können wir uns diesen Act der Ausdehnung seitens des gefrierenden Wassers vorstellen? Durch welche Thätigkeit verlangen die Moleculen mit solchem unwiderstehlichen Nachdruck mehr Raum in dem festen als in dem angrenzenden flüssigen Zustand? In allen solchen Fällen müssen wir unsere Vorstellungen aus den Erscheinungen der Sinnenwelt ableiten und diese dann auf solche Erscheinungen übertragen, welche sich der unmittelbaren Sinnenwahrnehmung entziehen.

326. Sie erinnern sich wol unserer Besprechung der „atomischen Pole“ (§. 10) und wie es kam, dass der Begriff der Polarkraft auf die Krystalle angewandt wurde. Wenn Ihnen das frisch im Gedächtniss ist, so werden Sie ohne grosse Schwierigkeit verstehen, wieso Ausdehnung des Umfangs den Act der Krystallisation begleiten kann.

327. Ich lege eine Anzahl Magnete vor Sie hin. Sie stehen als Stoff unter dem Gesetz der Schwere, und wenn sie vollkommen frei wären, würden sie sich gegeneinander bewegen infolge der Anziehung der Schwerkraft.

328. Sie sind aber nicht nur Stoff, sondern magnetischer Stoff. Sie wirken nicht nur aufeinander durch die einfache Kraft der Schwere, sondern durch die Polarkraft des Magnetismus.

Stellen Sie sich dieselben in einer gewissen Entfernung voneinander vor, sodass sie vollkommen frei sind, sich zu bewegen. Zuerst macht sich die Schwerkraft bemerklich und zieht sie zueinander. Eine Zeit lang ist die magnetische Kraft, welche von den Polen ausgeht, nicht wahrnehmbar; wenn aber eine gewisse Nähe erreicht ist, so kommt die Polarkraft ins Spiel. Die sich anziehenden Punkte legen sich zusammen, die sich abstossenden Punkte gehen auseinander, und es ist leicht einzusehen, dass dieser Vorgang eine Anordnung der Magnete herbeiführen kann, welche mehr Raum beansprucht. Nehmen wir an, sie seien von einer Büchse umgeben, welche sie eng umschliesst in dem Augenblick, wo die Polarkraft zuerst ins Spiel kommt. Es ist leicht einzusehen, dass, indem sie sich ordnen, die einander abstossenden Ecken und Enden der Magnete dadurch genöthigt werden können, gegen die Wände der Büchse zu drücken und sie selbst zu sprengen, wenn ihre Kräfte genügend stark sind.

329. Hierdurch haben wir nun eine Vorstellung, welche auf die Moleculen des Wassers angewandt werden kann. Auf sie wirken, wie bei den Magneten, zwei unterscheidbare Kräfte. Eine Zeit lang, während sich die Flüssigkeit abkühlt, nähern sie sich einander infolge ihrer allgemeinen Anziehungskraft gegeneinander. Aber an einem bestimmten Punkte kommen neue Kräfte, theils anziehende, theils abstossende, von besondern Punkten der Mole-

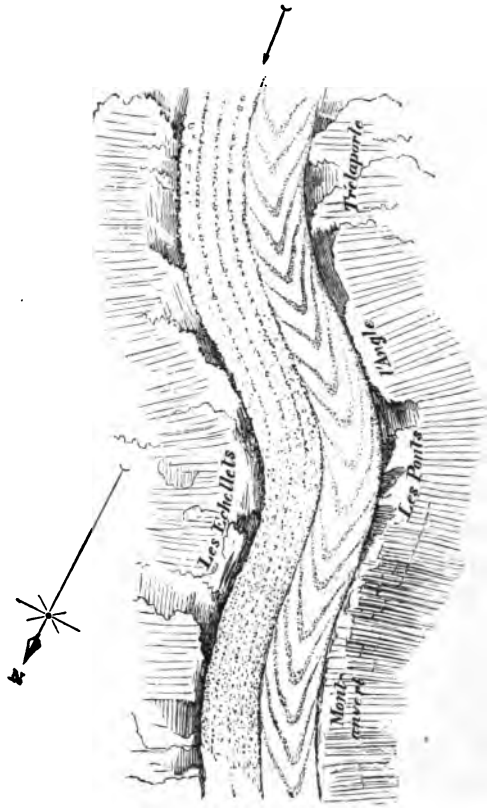
culen herrührend, ins Spiel. Die sich anziehenden Stellen legen sich aneinander, die sich abstossenden Punkte ziehen sich voneinander zurück. Auf diese Art wenden und ordnen sich die Moleculen, verlangen, indem sie dieses thun, mehr Raum und bewältigen jeden gewöhnlichen Widerstand durch die Kraft ihres Verlangens. Dies ist, in allgemeinen Ausdrücken, eine Erklärung für die Ausdehnung des Wassers beim Festwerden: es würde leicht sein, einen Apparat zu ihrer Erläuterung herzustellen.

§. 48. Die Schmuzstreifen der Mer de Glace.

330. Gehen Sie aus hellem Sonnenschein in ein mässig erleuchtetes Zimmer; eine Zeit lang erscheint alles dunkel, sodass die Gegenstände im Zimmer nicht deutlich gesehen werden können. Von den Lichtwellen heftig getroffen (§. 3), ist der Sehnerv empfindungslos geworden und gebraucht eine bestimmte Zeit, um seine Empfindlichkeit wieder zu erlangen.

331. Aus diesem Grunde habe ich die gegenwärtige Stunde für eine besondere Beobachtung auf der Mer de Glace gewählt. Die Sonne ist hinter der Erhöhung von Charmoz untergegangen und die Oberfläche des Gletschers ist in mässigem Schatten. Der Haupttheil unsers Tagewerks ist vollbracht, aber wir haben dennoch genügende Kraft, um die an den Montanvert angrenzenden

Abhänge bis zu einer Höhe von ungefähr 1000 Fuss über dem Eis zu erklimmen.



Schmuzstreifen der Mer de Glace.

332. Wir sehen jetzt günstig auf den Gletscher hinunter und sehen ihn weniger verkürzt als vom Montanvert aus. Wir bemerken den Schmuz, wel-

eher seine östliche Seite überzogen hat und welcher von dem Aneinanderdrängen seiner mittlern Moränen herrührt. Wir sehen die vergleichsweise reine Oberfläche des Gletschers du Géant; aber wir bemerken auf dieser Oberfläche eine Erschei-

Das Ende der Schmuzstreifen am Chapeau.

nung, welche wir bis dahin noch nicht gesehen hatten. Sie ist nämlich von einer Reihe gebogener grauer Streifen durchschnitten, welche der Reihe nach aufeinanderfolgen von Trélaporte niederwärts. Wir zählen deren 18 von unserm jetzigen

Standpunkt aus. (Vergleiche die Zeichnung auf Seite 152.)

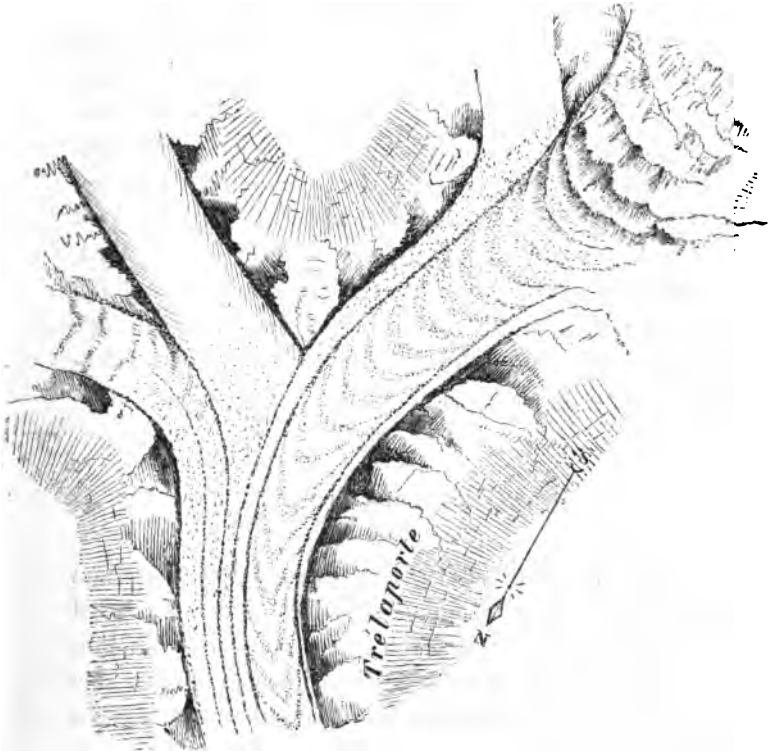
333. Diese sind die Schmuzstreifen der Mer de Glace; sie wurden zuerst von Professor Forbes im Jahre 1842 bemerkt.

334. Sie erstrecken sich auf dem Gletscher weiter hinunter als wir sehen können. Und wenn wir das Thal von Chamouni überschreiten und die Berge an der andern Seite besteigen bis zu einem Punkt in der Nähe des kleinen Wirthshauses La Flegère, werden wir eine Ansicht von dem Ende des Gletschers vor uns haben und den Rest der Streifenreihen sehen. Wir bemerken, dass sie durchweg an den Theil des Gletschers angrenzen, welcher vom Col du Géant herkommt. (Siehe die Zeichnung auf Seite 153.)

335. Wir müssen sie bis zu ihrem Ausgangsort verfolgen. Sie wissen, was für eine schöne und vollständige Aussicht auf den Gletscher und den Col du Géant man von der Schluchtstation oberhalb Trélaporte hat. Da hinauf müssen wir noch einmal klettern; und von dort können wir die Reihenfolge der Streifen sehen, wie sie sich abwärts zu dem Montanvert erstrecken und aufwärts bis an den Fuss des Eissturzes auf dem Gletscher du Géant. Der Eisfall ist augenscheinlich bei ihrer Bildung betheiligt. (Siehe die gegenüberstehende Zeichnung auf Seite 155.)

336. Und auf welche Art? Einfach genug. Der Gletscher zerbirst, wie Sie wissen, an dem Gipfel

des Eisfalls der Quere nach und steigt den Abhang in einer Anzahl querliegender Erhöhungen hinab. Am Fusse des Falls schliessen sich die Spalten,



Oberer Theil der Schmuzstreifen vom Eisfall bis Trélaporte.

aber die Erhöhungen bleiben zum Theil und sehen aus wie grosse Falten, welche über den Gletscher laufen. Diese Erhöhungen werden immer gebogener

durch die schnellere Bewegung der Mittellinie, und die Einschnitte zwischen ihnen bilden Behälter für den feinen Schlamm und die Felstrümmer, welche von den kleinen Rinnsalen auf den angrenzenden Abhängen ausgewaschen worden sind.

337. Die Erhöhungen sinken allmählich durch die verzehrende Thätigkeit der Sonne, sodass sie lange bevor sie Trélaporte erreichen, verschwunden sind. Nicht so der Schmuz, welchen sie angesammelt haben: er fährt fort, in queren Streifen die flache Oberfläche des Gletschers zu bedecken. Bei Trélaporte überdies, wo das Thal eng wird, treten die Streifen noch schärfer hervor und erlangen da den Charakter, den sie später auf der Mer de Glace durchweg beibehalten. Andere Gletscher mit Eisfällen weisen ähnliche Streifen auf.

§. 49. See-Eis und Eisberge.

338. Wir sind jetzt geistig ausgestattet für einen Ausflug auf ein anderes Gebiet. Wasser wird schwerer und gefriert schwerer, wenn Salz in ihm aufgelöst ist. Seewasser ist daher schwerer als süsses Wasser, und das Eismeer gebraucht, um zu frieren, eine 2 Grad niedrigere Temperatur als süsses Wasser. Wenn es so lange eingeengt wird, bis sein specifisches Gewicht 1.1045 beträgt, dann verlangt (nach den Untersuchungen von Scoresby) Seewasser, um zu frieren, eine um 10 Grad nie-

drigere Temperatur als der gewöhnliche Gefrierpunkt.

339. Aber selbst wenn das Wasser mit Salz gesättigt ist, sondert die krystallisirende Kraft das Salz sorgfältig aus und widmet sich der Gefrierung des Wassers allein. Daher ergibt Eis von Seewasser, wenn es geschmolzen wird, süsses Wasser. Die einzelnen salzigen Theilchen, welche in solchem Eis vorkommen, sind solche, welche sich mechanisch in seine Poren verwickelt haben. Sie haben keinen Antheil an dem Bau des Krystalls.

340. Diese Ausschliesslichkeit, wenn ich diesen Ausdruck anwenden darf, der Wassermoleculen, dieses vollständige Zurückweisen aller fremden Elemente aus den Bauten, welche sie aufführen, wird bis zu einem überraschenden Grade durchgeführt. Schwefelsäure hat eine so grosse Verwandtschaft zum Wasser, dass sie für den Chemiker eines der stärksten bekannten Mittel zur Entfernung der Feuchtigkeit aus der Luft ist. Dennoch ist von Faraday gezeigt worden, dass, wenn eine Mischung von Schwefelsäure und Wasser gefriert, die gebildeten Krystalle vollkommen süss und frei von Schwefelsäure sind. Das Wasser allein hat sich der krystallisirenden Kraft unterworfen.

341. In der arktischen Zone gefriert die See jeden Winter; sie bedeckt sich mit Eis von ausserordentlicher Dicke und ungemeiner Ausdehnung. Von der Sonnenwärme und den Wellenstössen wird es gebrochen; die Trümmer werden von den Winden

fortgetrieben und von Strömen fortgetragen. Sie zerbrechen und zermalmen sich gegenseitig, sie thürmen sich in Massen aufeinander und bilden auf diese Weise die Hauptgefahr für die Schiffer in den Polarmeeren.

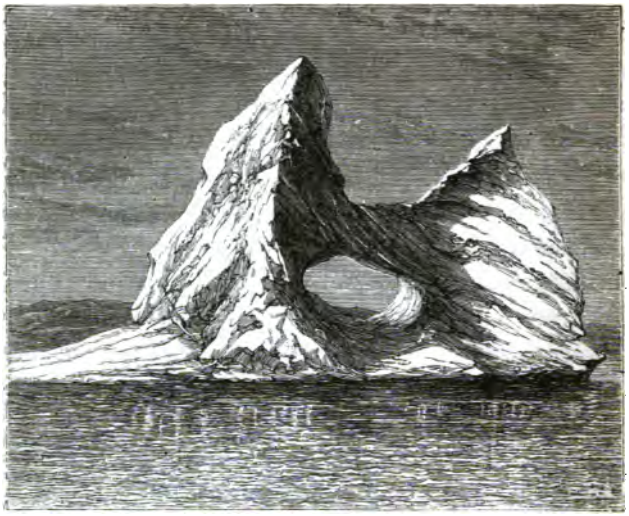
342. Aber zwischen den treibenden Massen von flachem See-Eis schwimmen grössere Massen, welche aus ganz anderer Quelle stammen. Dieses sind die Eisberge des arktischen Meeres. Sie steigen zuweilen bis zu einer Höhe von hundert Fuss über dem Wasser auf, während das Gewicht des unter dem Wasser befindlichen Eises ungefähr sieben mal so gross ist als das der oberhalb sichtbaren.

343. Die ersten Beobachter von auffallenden Naturerscheinungen gestatten der Bewunderung und Einbildungskraft gewöhnlich mehr Spielraum, als diesen zukommt. Um aber jeden Irrthum, der aus dieser Ursache entspringen könnte, auszuschliessen, will ich mich an das Tagebuch eines kühlen und muthigen Eismeerschiffers, des Sir Leopold McClintock, halten. Er beschreibt einen Eisberg, welcher 250 Fuss Höhe und 500 Fuss Tiefe unter dem Wasser hatte. Das macht eine Gesammthöhe des Berges von 750 Fuss, was keine aussergewöhnliche Höhe für die grössern Eisberge ist.

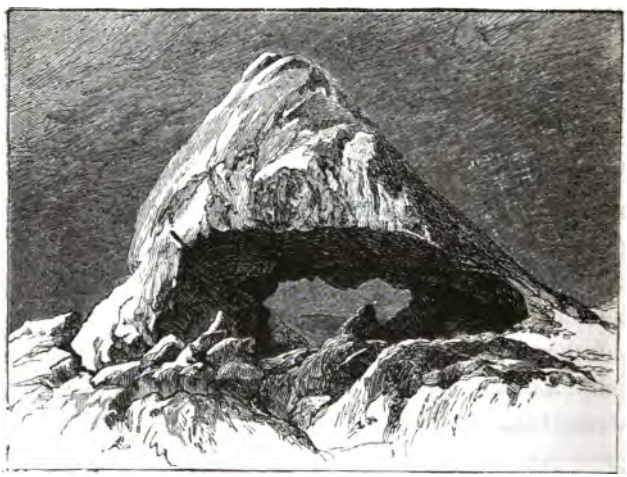
344. Von der Baffinsbai kommen diese gewaltigen Massen durch die Davisstrasse in den Atlantischen Ocean. Es ist schon ein grosser Aufwand von Wärme erforderlich für die einfache Auflösung von Eis (§. 48); und das Schmelzen

der Eisberge ist aus diesem Grunde ein so langsames, dass wenn die Berge gross sind, sie sich zuweilen erhalten, bis sie 2000 englische Meilen von ihrem Ausgangspunkt fortgetrieben worden sind.

345. Was ist ihr Ursprung? Die arktischen Gletscher. Von den Bergen im Innern gleiten die verhärteten Schneemassen in die Thäler und füllen diese mit Eis. Die hieraus entstandenen Gletscher bewegen sich wie die Schweizergletscher unaufhörlich niederwärts. Aber die arktischen Gletscher erreichen die See, gehen in dieselbe hinein und pflügen oft ihren Grund in unterseeische Moränen um. Unterminirt von dem Lecken der Wellen und unfähig, dem Zuge, der ihnen von der eigenen Schwere auferlegt wird, zu widerstehen, brechen sie los und entladen grosse Massen in den Ocean. Einige stranden an den angrenzenden Ufern und erhalten sich jahrelang. Andere treiben südwärts und werden zuletzt von den warmen Wassern des Atlantischen Oceans aufgelöst. Die erste Zeichnung auf der folgenden Seite ist nach einer Photographie gemacht, welche Herr Bradford während einer neulichen Expedition in die Nordmeere aufgenommen hat. Die zweite stellt eine Eismasse auf dem Gletscher des Bossons dar. Ihre Aehnlichkeit lässt ihren gemeinschaftlichen Ursprung vermuthen.



Eisberg des nördlichen Polarmeeres.



Eisberg des Glacier des Bossons.

§. 50. Das Aeggischhorn, der Märgelinsee und seine Eisberge.

346. Ich bin jedoch nicht willens, Sie die Schweiz verlassen zu sehen, ohne dass sie solche Eisberge gesehen haben, wie sie welche aufweisen kann; und wirklich gibt es noch grossartigere Gletscher als die Mer de Glace, mit welchen Sie bekannt gemacht werden müssen. Indem Sie die Rhône bis zu ihrer Quelle verfolgt haben, sind Sie schon das Rhônethal hinaufgestiegen. Wir wollen es noch einmal zusammen besuchen; machen Sie in der kleinen Stadt Viesch halt und gehen Sie von da gerade hinauf in den ausgezeichneten Gasthof am Abhange des Aeggischhorn. Hier wollen wir unser Hauptquartier aufschlagen, während wir den Beherrscher der europäischen Eisströme, den grossen Aletschgletscher erforschen.

347. Den längsten seiner Arme mit einbegriffen, ist dieser erhabene Eisfluss ungefähr zwanzig englische Meilen lang, während er in der Mitte seines Stammes fast eine und eine Viertel englische Meile von einer Seite zur andern misst. Die grössten Berge des Berner Oberlandes, die Jungfrau, der Trugberg, der Mönch, das Aletschhorn, das Breithorn, das Gletscherhorn und mancher andere erhabene Gipfel und Berg sind die Ursprungsstätten seiner Schneefelder. Aus drei grossen Thälern im Herzen der Berge ergiessen sich diese Schneefelder

und verbinden sich dann, um den Stamm des Aletsch zu bilden an einem Platze, den ein witziger Bergbesteiger die „Place de la Concorde der Natur“ genannt hat. Wenn damit die Vorstellungen von ruhiger Grösse, Schönheit der Form und Reinheit der Farbe ausgedrückt werden sollen, so ist der Name wohlbegründet.

348. Unser Gasthaus liegt nicht auf der Spitze des Aeggischhorns, aber ein schneller Morgenspaziergang bringt uns bald auf den Gipfel. Von hier aus sehen wir den Gletscher wie einen breiten Fluss, der sich aufwärts bis an den Fuss der Jungfrau und niederwärts an der „schönen Alp“ vorbei bis an ihr Ende erstreckt. Wenn wir niederwärts weiter blicken, so treffen wir auf die erhabenste Berggruppe der ganzen Alpen — den Dom und die angrenzenden Spitzen, das Matterhorn und das Weisshorn. Das Bild ist wirklich von eindrucksvoller Grösse, eine Menge Gipfel und Kämme, die hier ungenannt bleiben mögen, tragen zu seiner Schönheit bei.

349. Aber tief unten zu unserer Rechten und umgeben von schützenden Bergen ist ein Gegenstand, dessen Schönheit diejenigen, welche unvorbereitet darauf sind, erschreckt. Dort sehen wir die nackte Seite des Gletschers, welcher seine glitzernden Eisriffe 60 oder 70 Fuss in die Höhe streckt. Es könnte scheinen, als ob der Aletsch den eiteln Versuch machte, einen Arm durch ein Seitenthal zu pressen. Einst that er das; aber der

Arm wird jetzt unaufhörlich abgebrochen dicht an dem Körper des Gletschers, ein grosser Raum, der früher mit Eis bedeckt war, wird jetzt von seinem Schmelzwasser eingenommen. Ein See von dem lieblichsten Blau ist auf diese Weise entstanden, welcher ganz an den Fuss der Eisriffe heranreicht, sie untergräbt, wie die arktischen Wellen die Grönland-Gletscher untergraben, und von ihnen die abgebrochenen Massen erhält, welche er unterminirt hat. Während wir auf den See herniederblicken, schwimmen kleine Eisberge über die ruhige Oberfläche, deren jeder einem schneeweissen Schwan mit seinem Schatten gleicht.

350. Dieses ist der schöne kleine Märgelinsee, wie die Schweizer hier ihn nennen. Sie sehen das spritzende Wasser und hören unmittelbar darauf das Geräusch des fallenden Eises. Der Gletscher ist vor unsern Augen geborsten und hat einen Eisberg in den See stürzen lassen. Ueber den ganzen See hinweg wird das Wasser davon in Bewegung gesetzt und gibt auf diese Weise ein Bild in kleinem Massstab von den schwankenden Wellen, welche durch das Herabstürzen ungeheuerer Eisinseln von den arktischen Gletschern erzeugt werden. Sehen Sie hinüber an das Ende des Sees. Es ist überdeckt mit den Ueberbleibseln auf dem Grunde festsitzender Eisberge, welche zum Theil vom Wind dahingeweht, aber zum Theil vom Wasser langsam dahingetragen wurden, welches sich sanft nach jener Richtung zu bewegt.

351. Stellen wir uns vor, wir seien unten an dem Rande des Sees, wo ich auch bei einer Gelegenheit war. Ein grosser, einsamer Eisberg schwimmt ungefähr in der Mitte. Plötzlich hören wir einen Ton wie von einem Wasserfall; wir blicken nach dem Eisberg und sehen Wasser aus seinen Seiten strömen. Woher kommt das Wasser? Der Berg hat das Gleichgewicht verloren durch das untere Abschmelzen; er ist eben dabei, einen Purzelbaum zu schiessen und im Ueberstürzen nimmt er eine grosse Menge Wasser mit, welches wie ein Wasserfall an seinen Seiten herniederrauscht. Und beobachten Sie, dass der Eisberg, welcher einen Augenblick zuvor schneeweiss erschien, jetzt die zarte blaue Farbe zeigt, welche festes Eis auszeichnet. Er wird jedoch durch die Einwirkung der Sonne bald wieder weiss werden. Die grössern Eisberge der Nordmeere stürzen zuweilen auf dieselbe Weise über. Eine Woche kann man mit Genuss und Vortheil auf dem Aeggischhorn zubringen.

§. 51. Die schöne Alp (Bel-Alp).

352. Vom Aeggischhorn könnte ich Sie auf dem Bergrücken entlang beim Bettensee vorbei, dessen Fische wir schon geschmeckt haben, zur Rieder-Alp und von da über den Aletsch zur schönen Alp führen. Das ist eine schöne Bergwanderung, aber Sie und ich ziehen es vor, den Gletscher zu unserer Heerstrasse niederwärts zu machen. An manchen

Stellen leicht, ist es an andern keineswegs ein Kinderspiel, über seine Spalten hinwegzukommen. Aber die sichere Beständigkeit und aufmerksame Beobachtung, welche uns bisher an schwierigen Stellen geholfen haben, verlassen uns auch hier nicht. Wir springen über die Spalten, und nach vier Stunden erfreulicher Anstrengung befinden wir uns auf dem Abhange, welcher nach dem Bel-Alp-Gasthaus hinaufführt.

353. Dieses ist einer der schönsten Halteplätze in den Alpen. Vor uns zum Aeggischhorn und Märgelinsee hinauf streckt sich der letzte lange Ausläufer des Aletsch mit seiner grossen Mittelmoräne, die auf seinem Rücken entlang läuft. Nahebei ist der wilde Schlund des Massa, in welchem die Zunge des Gletschers hingestreckt liegt wie der Kopf einer Schlange. Die schöne Gruppe der Oberaletsch-Gletscher ist leicht zu erreichen. Ueber uns ist eine Spitze, Scharrenhorn genannt, dem mittelmässigsten Bergsteiger erreichbar, auf dessen Spitze wir in wenig mehr als einer Stunde sein können. Unter uns ist der Oberaletsch-Gletscher, der die vollkommenste Mittelmoräne zeigt. Nahe bei uns ist die grosse Masse des Aletschhorns, von seinen Schneefeldern eingefasst und in braunem Fels gipfelnd. Es wird getragen von andern Gipfeln, die fast so erhaben wie es selbst sind. Das Nesthorn ist nahe bei; wenn wir unsere Augen nach Westen schweifen lassen, streifen sie die grossartige, schon angeführte Dreiheit: das Weisshorn,

das Matterhorn und den Dom. Werfen Sie einen Blick auf die Spalten des Gletschers unmittelbar unter uns. Er stürzt an seinem Ende einen jähen Abhang hinab und ist stark zerborsten. Aber die Spalten öffnen sich, ehe der steile Theil erreicht ist, und Sie bemerken die Vereinigung der Rand- und der Querbrüche, welche ein System gekrümmter Spalten erzeugt, deren convexe Seiten nach oben zeigen. Die mechanische Ursache davon ist Ihnen jetzt bekannt. Die Gletschertische sind zahlreich und schön. Ich möchte gern eine Woche lang mit Ihnen hier verweilen, die bestehenden Gletscher durchforschen und die Beweise für andere vergangene aufsuchen.

§. 52. Der Riffelberg und Görnergletscher.

354. Obgleich unsere Vermessungen und Beobachtungen auf der Mer de Glace mehr oder weniger alles darstellen, was anderswo gethan oder beobachtet werden kann, möchte ich Sie doch nicht gern mit dem grossen System derjenigen Gletscher unbekannt lassen, welche von den nördlichen Abhängen des Monte-Rosa und der angrenzenden Berge herabströmen. Von der Bel-Alp können wir nach Brieg hinuntersteigen und von dort nach Visp fahren; aber Sie und ich ziehen die luftigen Höhen vor. So biegen wir um das Vorgebirge von Nessel herum, bis wir über dem Rhônethal gegenüber von Visp stehen. Von diesem Dorfe

führt eine Stunde Wegs nach Stalden, wo sich das Thal in zwei Arme theilt; der eine führt durch Saas über den Monte-Moro und der andere durch St.-Nicholas nach Zermatt. Der letztere ist unser Weg.

355. Wir erreichen Zermatt, halten uns da aber nicht auf. Auf dem Bergkamm, 4000 Fuss über dem Thal, nehmen wir das Riffelberg-Gasthaus wahr. Zu diesem gelangen wir. Uns gerade gegenüber befindet sich der Gipfel des Matterhorn; es erscheint Ihnen unglaublich, dass je ein menschlicher Fuss dessen Spitze betreten könnte. Dennoch haben Beharrlichkeit und Eifer dies ausgeführt, aber das erste Beispiel kostete einen schrecklichen Preis. Auf dem kleinen Kirchhof von Zermatt haben wir die Gräber von zwei der grössten Bergbesteiger, die Savoyen und England hervorgebracht haben, gesehen, und welche mit zwei muthigen jungen Gefährten im Jahre 1865 vom Matterhorn herunterstürzten.

356. Auf dem Riffelberge sind wir nur eine Stunde Wegs von dem berühmten Görnergrat entfernt, welcher eine so grossartige Aussicht auf die Gletscher des Monte-Rosa gewährt. Aber jener ungeheuere Knorren von vollkommen kahlem Fels, welcher das Riffelhorn genannt wird, muss unser Standort sein. Was die Schluchtstation für die Mer de Glace ist, das ist das Riffelhorn für den Görnergletscher und seine Zuflüsse. Von der niedrigern Seite ist der Felsen, so leicht es auch

scheinen mag, unzugänglich. Hier fand in der That 1865 ein fünfter braver Mann sein Ende, und er liegt ebenfalls neben seinen Landsleuten auf dem Kirchhof zu Zermatt. An einem kleinen Moor oder See, Riffelsee genannt, vorbei, greifen wir das Riffelhorn an seiner obern Seite an. Es gehört grosse Felsengewandtheit dazu, den Gipfel zu erreichen, aber von diesem beherrschen wir eine ganz ausserordentliche Aussicht.

357. Die ungeheuere, vielgipfelige Masse des Monte-Rosa ist vor uns, und wir messen seine Schneefelder von oben bis unten. Zur Rechten ist der mächtige Grat des Lyskammes, ebenfalls mit Schnee bedeckt, und zwischen beiden liegt der westliche Gletscher des Monte-Rosa. Dieser Gletscher trifft auf einen andern aus den ungeheuern Schneefeldern des Cima di Jazzi; sie vereinigen sich, um den Görnergletscher zu bilden, und von dem Ort ihrer Vereinigung aus erstreckt sich die gewöhnliche Mittelmoräne. Auf dieser Seite des Lyskammes erheben sich zwei schöne Schneegipfel, die Zwillinge Castor und Pollux; dann kommen die braunen Klippen des Breithorn, dann das Kleine Matterhorn und dann das weite Schneefeld des Théodule, aus welchem das Grosse Matterhorn entspringt und welches wir später nach Italien hinein überschreiten wollen.

358. Die Thäler und Vertiefungen zwischen diesen Bergen sind mit Gletschern angefüllt. An den Seiten des Zwillings Castor entlang läuft der

Zwillingsgletscher (Glacier des Jumeaux), vom Pollux kommt der Schwarze Gletscher, vom Breithorn der Triftigletscher, dann kommt der Kleine Matterhorngletscher und der Théodulegletscher, und jeder führt, indem er sich an den Stamm anschweisst, seine Mittelmoräne mit sich. Wir kön-

Der Görnergletscher mit dem Monte-Rosa in der Entfernung und dem Riffelhorn zur Linken.

nen neun solcher Moränen von unserm jetzigen Standpunkt aus zählen. Und in einem noch überraschendern Masse als auf der Mer de Glace gewahren wir die Fähigkeit des Eises, dem Drucke nachzugeben; die weiten Schneefelder werden an den Stamm des Görner zu weissen Streifen zu-

sammengepresst, welche zwischen ihren angrenzenden Moränen immer enger werden und zuletzt unter ihrem eigenen Gerölle verschwinden.

359. An den beiden hauptsächlichen Zuflüssen bemerken wir auch Moränen, welche bei beiden aus dem Körper des Gletschers hervorzusteigen scheinen, indem sie in der Mitte des Eises, ohne irgendwelchen sichtbaren Ursprung weiter oben, erscheinen. Diese Moränen sind an ihren Anfängen unter dem Gletscher gelegen und sind von felsigen, vollkommen mit Eis bedeckten Erhöhungen abgerieben worden. Sie liegen eine Zeit lang verborgen in dem Gletscher und erscheinen auf der Oberfläche, wo das Eis über ihnen von der Sonne weggeschmolzen worden ist.

360. Hier ist der Ort, eine von den Bewohnern der Alpen längst gemachte Beobachtung zu erwähnen, dass nämlich Gletscher die Kraft besitzen, alle Unreinigkeiten aus sich auszustossen. Auf der Mer de Glace haben wir grosse Flecken von Lehm und schwarzem Schlamme bemerkt, welcher augenscheinlich aus dem Körper des Gletschers kam, und wir können daher verstehen, wie natürlich die Meinung von Ausstossung bei dem Volke entstand, welches nicht an nähere Beobachtung gewöhnt ist. Aber in dieser Beziehung ist die Kraft des Gletschers in Wirklichkeit die Kraft der Sonne, welche das Eis über verborgenen Unreinigkeiten schmilzt und sie ebenso wie die Körper der Führer auf dem

Gletscher des Bossons (143) an das Tageslicht befördert.

361. Auf keinem andern Gletscher werden Sie mehr Gegenstände von Interesse finden als auf dem Görner. Sandkegel, Gletschertische, tiefe, durch Bäche eingeschnittene Eisschlünde, phantastisch von Steinblöcken überbrückt, Mühlen, zuweilen gewölbte Eishöhlen von ausserordentlichem Umfang und grosser Schönheit. An dem tiefern Theile des Gletschers bemerken wir das zeitweilige Verschwinden der Mittelmoräne in den Spalten und ihr Wiedererscheinen am Fuss der schiefen Ebene. Während vieler Jahre war dieser Gletscher in beständigem Vorwärtsschreiten nach der Wiese vor ihm, indem er den Boden aufpflügte und die Häuschen auf dem Wege umstürzte. Er betheiligt sich jetzt an dem allgemeinen Rückzug, welcher seit den letzten funfzehn Jahren unter den Alpengletschern stattfindet. Wie gewöhnlich entspringt ein Fluss, der Visp, aus einer Höhle am Ende des Görnergletschers.

§. 53. Vormalige Gletscher der Schweiz.

362. Sie erinnern sich noch der alten Moräne, welche uns bei unserm ersten Aufsteigen von der Quelle des Arveiron so sehr auffiel; denn sie eröffnete uns die Thatsache, dass die Mer de Glace in einer Periode ihrer Geschichte eine viel grössere Ausdehnung gehabt hat als jetzt. Unsere seitdem gewonnene Erfahrung setzt uns in den Stand, diese

Zeugnisse der Eisthätigkeit in einem Masse zu verfolgen, von dem wir damals noch keinen Begriff hatten.

363. Nahe am bestehenden Gletscher haben wir z. B. öfters die Bergseite kahl liegen sehen durch den Rückzug des Eises. Das ist besonders jetzt sehr deutlich, weil in den letzten funfzehn oder sechzehn Jahren die Gletscher der Alpen in beständigem Abnehmen waren; sodass man nicht selten die am Rande stehenden Felsen in einer Höhe von 50, 60, 80 oder selbst 100 Fuss über dem jetzigen Gletscher kahl sieht. An den auf diese Weise blossgelegten Felsen sehen wir die deutlichen Spuren des Gleitens, und unsere Augen und Sinne haben sich durch die Beobachtung dieser Erscheinungen so ausgebildet, dass wir fähig sind, mit Bestimmtheit Eiszeichen zu entdecken oder Moränen, vormalige oder neue, wo sie sich auch zeigen mögen.

364. Aber die Höhen, auf welchen wir solche Beweise gefunden haben, können leicht den Glauben an die daraus zu ziehenden Schlüsse erschüttern. Neben der Massa-Gorge, 1000 Fuss über dem jetzigen Aletschgletscher finden wir eine grosse alte Moräne. Indem wir die Wiesen zwischen der Bel-Alp und Platten hinuntersteigen, finden wir eine andere, welche jetzt mit Gras bedeckt ist und ein Dorf auf ihrem Rücken trägt. Aber ich möchte Sie in eine Gegend führen, welche die deutlichen Anzeichen davon noch in einem grossartigern und

eindrücklichern Masse darstellt. Wir haben schon einen kleinen Ausflug in das Haslithal und den Aargletscher gemacht.. Lassen Sie uns diesen Gletscher als Ausgangspunkt nehmen. Wenn wir von ihm niederwärts gehen zur Grimsel hin, so kommen wir überall an eigenthümlich abgerundeten, gereifelten und genarbten Felsen vorbei. Diese Erscheinungen sind offenbar das Werk des Gletschers aus neuerer Zeit. Aber wir nähern uns der Grimsel, und bei einer Wendung des Thals stehen wir vor der steilen Granitseite des Bergs. Die Spuren des vormaligen Eises sind hier ebenso klar als erstaunenerregend. Die Felsen sind so hart, dass nicht nur die Reifeln und Glätten, sondern selbst die feinen Risse von vor unnennbaren Tausenden von Jahren so deutlich sind, als seien sie gestern gemacht. Wir können diese Zeichen bis zu einer Höhe von 2000 Fuss über der jetzigen Thalsohle verfolgen. Es ist unzweifelhaft, dass einst ein Eisfluss von dieser erstaunlichen Tiefe durch das Haslithal geflossen ist.

365. Drüben ist der Gipfel des Siedelhorn; und wenn wir ihn erreichen, wird der Unteraargletscher wie eine Karte vor uns liegen. Von diesem beherrschenden Punkte sehen wir auf den Bergseiten deutlich die Höhe bezeichnet, bis zu welcher das vormalige Eis gereicht hat. Der Eisgrundtheil der Berge unterscheidet sich deutlich von den zersplitterten Kämmen, welche in jenen vergangenen Tagen über der Oberfläche des Gletschers empor-

stiegen und welche damals wie Inselspitzen und Kämme in der Mitte eines Eisoceans erschienen sein müssen.

366. Wir eilen jetzt das Siedelhorn hinunter, gelangen wiederum in das Haslithal, in welchem wir über zwanzig englische Meilen weit den Spuren des Eises folgen. Gereifelte Abgründe, geglättete Platten und schön gerundete Granitkuppeln. Rechts und links auf den Bergseiten, in grossen Höhen erscheinen die Zeichen. Wir folgen den Fussstapfen des Gletschers bis zum Brienzer See; und wenn wir unsere Nachforschungen fortsetzten, würden wir erfahren, dass alle Seebetten dieser Gegend in der vorhin genannten Zeit die Last von ungeheuern Eismassen trugen.

367. Statt des Haslithals könnten wir auch das Rôhnethal nehmen. Die Spuren eines mächtigen Gletschers, welcher es früher ausgefüllt hat, können den ganzen Weg bis Martigny verfolgt werden, welches 60 englische Meilen vom gegenwärtigen Eis entfernt ist. In Martigny wurde der Rôhnegletscher durch einen andern vom Mont-Blanc verstärkt, und die zusammengeschweissten Massen bewegten sich vorwärts, indem sie die Berge rechts und links ebneten bis zum Genfesee, dessen Becken sie vollständig ausfüllten. Andere Zeichen beweisen, dass der Gletscher hier nicht endigte, sondern über die flache Gegend hinwegtrieb, bis er auf die Kalksteinmauer des Jura stiess.

§. 54. Erratische Blöcke.

368. Welches sind diese andern Zeichen? Wir haben mächtige Felsen auf den Moränen der Mer de Glace gelagert gesehen, und wir wissen jetzt, dass, wenn sie nicht vom Frost zersplittert und zertrümmert werden, sie in spätern Tagen durch den Gletscher des Bois im Chamounithal ans Land gesetzt werden. Sie haben schon gelernt, dass diese Blöcke oft die mineralogische Natur der Gebirge, zwischen welchen der Gletscher hindurchgekommen ist, offenbaren, und dass auf diese Art Steinproben herniedergebracht werden, deren Charakter ganz verschieden ist von demjenigen der Felsen, zwischen welchen sie zuletzt landen; das ist besonders auffallend bei den erratischen Blöcken, welche am Jura entlang stranden.

369. Denn der Jura selbst ist, wie schon gesagt wurde, reiner Kalkfels; keine Spur von ursprünglichem Granit ist zwischen den Hügeln zu finden. Dennoch finden wir am Abhange des Bergs oberhalb der Stadt Neufchâtel und ungefähr 800 Fuss über dem Neufchâteler See einen Gürtel von Granitblöcken vom Mont-Blanc. Und wenn wir den Erdboden von der angrenzenden Bergseite wegräumen, finden wir auf den Kalkfelsen die Narben vom alten Gletscher, welcher die Blöcke hierherbrachte.

370. Der berühmteste dieser Felsen, der Pierre-à-Bôt geheissen, misst 50 Fuss in der Länge, 40

in der Höhe und 20 in der Breite. Wenn wir diese drei Zahlen miteinander multipliciren, erhalten wir 40000 Kubikfuss als Rauminhalt des Felsens.

371. Aber das ist klein im Vergleich zu einigen Felsen, welche die Fracht von noch neuen Gletschern bilden. Lassen Sie uns einen von ihnen besuchen. Wir waren schon in Stalden, wo sich das Thal in zwei Arme theilt; der rechte Arm führt nach St.-Nicolas und Zermatt, und der linke nach Saas und dem Monte-Moro. Drei Stunden oberhalb Saas kommen wir an das Ende des Alleleingletschers, welcher nicht die Mitte des Thals ausfüllt, sondern querüber gezogen ist, sodass er die Wasserableitung des Thals wie ein Damm aufhält. Ueber dem Eisdamm haben wir den Mattmarksee, und am obern Ende des Sees ein kleines Wirthshaus, das den Reisenden des Monte-Moro wohlbekannt ist.

372. Dicht bei diesem Wirthshaus ist der grösste Felsblock, den wir je gesehen haben. Er misst 240000 Kubikfuss. Wenn wir über das Thal wegsehen, bemerken wir einen Gletscher, dessen jetziges Ende eine halbe englische Meile vom Felsen entfernt ist. Der Stein ist, glaube ich, Serpentinstein, und wenn wir den Schwarzberggletscher bis in seine obern festen Massen untersuchen würden, dann würden wir zwischen diesen die Geburtsstätte des riesenhaften Steins finden. Vor vierundvierzig Jahren, als der Gletscher den Platz erreichte, welcher jetzt vom Felsen eingenommen wird, landete er seine mächtige Fracht und zog sich dann zurück.

Nahe dabei ist ein zweiter eisgeborener Felsen, welcher für sehr gross gehalten würde, wenn er nicht durch den Anblick seines unermesslichen Nachbars kleiner erschiene.

373. Beweise dieser Art lassen sich noch zahlreich beibringen. In der That sind gerade jetzt ausgezeichnete Männer wie Professor Favre aus Genf dabei, aus der Vertheilung der erratischen Blöcke die Ausdehnung der alten Gletscher der Schweiz zu bestimmen. Es war indessen ein Ingenieur, Namens Venetz, welcher zuerst diese Beweise ans Licht brachte und einer ungläubigen Welt die weite Ausdehnung des alten Eises kundthat. Herr Agassiz entwickelte und erweiterte später diese Entdeckung auf wunderbare Weise. Vielleicht die interessanteste Beobachtung in Bezug auf vormalige Gletscher ist diejenige des Dr. Hooker, welcher auf einem erst kürzlich stattgefundenen Besuch in Palästina gefunden hat, dass die berühmten Cedern des Libanon auf vormaligen Moränen wachsen.

§. 55. Vormalige Gletscher in England, Irland, Schottland und Wales.

374. Zur Zeit, als das Eis diese aussergewöhnliche Entwickelung in den Alpen erreichte, waren auch viele andere Theile von Europa, wo jetzt keine Gletscher sind, von ihnen bedeckt. In den schottischen Hochlanden, in den Gebirgen von

England, Irland und Wales haben die vormaligen Gletscher ihre Geschichte so deutlich eingegraben, wie in den Alpen selbst. Ich möchte gern mit Ihnen durch Borrodale in Cumberland, oder durch die Thäler bei Bethgellert in Wales wandern. Unter all der Herrlichkeit der jetzigen Landschaft würden wir die Denkzeichen einer Zeit entdecken, in der die ganze Gegend von Eis umschlossen war. Professor Ramsay ist besonders ausgezeichnet durch seine Schriften über die vormaligen Gletscher von Wales.

375. Wir haben die Reeks von Magillicuddy als die grossen Verdichter des atlantischen Wasserdampfes kennen gelernt. In der Zeit, von der wir jetzt sprechen, ist diese Feuchtigkeit nicht als weicher, befruchtender Regen herniedergekommen, sondern als Schnee, welcher die Nahrung grosser Gletscher bildete. In einer Kette von Seen besteht jetzt der Hauptreiz von Killarney; dem obern, mittlern und untern See. Stellen wir uns vor, wir schifften nach dem obern Ende des obern Sees zu und hätten den Purple Mountain zu unserer Rechten. Indem Sie sich an unsere Reisen in den Alpen erinnern, würden Sie mich unfehlbar auf die Glätte der Felsen aufmerksam machen und erklären, dass sie sicherlich von der Thätigkeit von Gletschern herrührt. Mit geschärfter Aufmerksamkeit landen wir am obern Ende des Sees und gehen das Schwarze Thal hinan bis an den Fuss der Magillicuddy's Reeks. Sie würden den Schluss ziehen,

dass dieses Thal eine ebenso wunderbare Geschichte erzählt wie das Haslithal.

376. Wir gelangen zu unserm Boot und rudern durch den obern See heimwärts. Seine Inseln haben jetzt ein neues Interesse für uns. Einige von ihnen sind kahl, andere sind vollständig oder zum Theil mit üppigem Pflanzenwuchs bedeckt; aber sowol die kahlen als die bedeckten Inseln sind vom Eis glattgeschliffen. Die Zeit hat ihre Formen nicht verändert: da ist der Kanonenfelsen, der Riesensarg, das Kriegsschiff, alle ausgehauen, als ob der Meissel sie in unserer eigenen Zeit bearbeitet hätte. Diese Seen, welche jetzt von zarter Waldschönheit umgeben sind, waren alle mit vormaligem Eis ausgefüllt. Es ist verschwunden, und Samen aus andern Gegenden wurden hierher geweht, um die Bäume, Sträucher, Farrn und Gräser zu säen, welche jetzt Killarney so schön machen. Der Mensch selbst, heisst es, sei in dieser Zeit auf der Erde erschienen; aber von dem wirklichen Zeitpunkt und der Art des Erscheinens des Menschen ist, offen gestanden, wenig bekannt; um mit der Wissenschaft die schönen Mythen und Geschichten der Bibel übereinstimmend zu machen, hat man neue Auslegungen für sie gefunden.

377. Es liegt in der Natur und dem Streben des menschlichen Geistes, rückwärts und vorwärts zu sehen; zu versuchen, die Vergangenheit wiederherzustellen und die Zukunft vorauszusagen. Mit dieser Eigenschaft ausgestattet und aus Thatsachen,

die mit Geduld und Mühe gewonnen wurden, erlangen wir eine Vorstellung von dem Zustande der Dinge, wie sie vor Tausenden, vielleicht vor Millionen Jahren waren, ehe die Geschichte der Menschheit ihren Anfang hatte.

§. 56. Die Eiszeit.

378. Diese Zeit der Eisausdehnung hat man die Eiszeit genannt. Bei dem Versuche, sie zu erklären, sind grosse Geister in schwere Irrthümer verfallen, wie wir gleich sehen werden.

379. Der Stoff, von welchem wir bisher gehandelt haben, besteht in drei verschiedenen Zuständen: als ein fester Stoff: Eis; als ein flüssiger: Wasser; als ein luftförmiger: Wasserdampf. Um ihn aus einem dieser Zustände in den nächstfolgenden übergehen zu lassen, ist Wärme nöthig.

380. Bohren Sie ein Loch im Sommer in das Eis der Mer de Glace und stecken Sie ein Thermometer in dasselbe, so wird es 0° C. zeigen. Stecken Sie das Thermometer in einen der Gletscherflüsse, so wird er gleichfalls 0° C. zeigen. Das Wasser ist folglich ebenso kalt wie das Eis.

381. Hieraus folgt, dass die ganze Wärme, welche von der Sonne auf den Gletscher ausgeströmt und von diesem verschluckt worden ist, nur dazu angewandt wurde, um das Eis zu schmelzen, und dass

sie weder das Eis, noch das Wasser um einen einzigen Grad erwärmt hat.

382. Setzen Sie Wasser einem Feuer aus, so wird es eine Zeit lang immer wärmer. Dann kocht es, und von diesem Augenblicke an hört es auf, heisser zu werden. Nachdem es angefangen hat zu kochen, wird alle von dem Feuer mitgetheilte Wärme durch den Dampf abgeführt, obgleich der Dampf nicht den geringsten Theil eines Grades heisser ist als das Wasser.

383. In der That, nur um Eis zu schmelzen, ist eine grosse Menge von Wärme nöthig, und um Wasser in Dampf zu verwandeln, ist eine noch grössere Menge von Wärme nöthig. Und da diese Wärme das Wasser nicht wärmer macht als das Eis, und den Dampf nicht wärmer als das Wasser, so hat man eine Zeit lang angenommen, dass die Wärme im Wasser und im Dampfe verborgen sei. Und sie wurde daher verborgene oder latente Wärme genannt.

384. Lassen Sie uns die Frage stellen, wie viel Wärme die Sonne ausströmen muss, um ein Pfund Wasser des tropischen Oceans in Dampf zu verwandeln? Diese Frage ist durch Versuche genau gelöst worden. In runden Zahlen ausgedrückt, würde dazu 550 mal so viel Wärme erfordert, als nöthig ist, um ein Pfund Wasser einen Grad wärmer zu machen.

385. Aber dieselbe Menge Wärme, welche die Temperatur eines Pfundes Wasser um einen Grad

erhöht, würde die Temperatur eines Pfundes Eisen um zehn Grad erhöhen. Das ist ebenfalls durch Versuche bewiesen worden. Daraus folgt, dass, um ein Pfund Wasser des tropischen Oceans in Dampf zu verwandeln, die Sonne 5500 mal so viel Wärme abgeben muss, als nothwendig ist, um die Temperatur eines Pfundes Eisen um einen Grad zu erhöhen.

386. Diese Wärmemenge würde die Temperatur von fünf Pfund Eisen auf 1100 Grad bringen, was nahezu der Schmelzpunkt für Gusseisen ist; bei dieser Temperatur würde das Eisen nicht nur weissglühend werden, sondern in den geschmolzenen Zustand übergehen.

387. Ueberlegen Sie die Schlüsse, zu welchen wir jetzt gelangt sind. Für jedes Pfund tropischen Dampfes oder für jedes Pfund Alpeneis, das aus der Gefrierung dieses Dampfes entstanden ist, wird von der Sonne ein Betrag Wärme abgegeben, welcher genügen würde, um fünf Pfund Gusseisen auf seinen Schmelzpunkt zu erhitzen.

388. Es würde nicht schwer sein, das Gewicht der Mer de Glace und ihrer Zuflüsse annähernd zu berechnen und zum Beispiel zu sagen, dass sie so und so viel Millionen Tonnen Eis und Schnee enthalte. Stellen Sie sich nun an Stelle des Eises eine Masse weissglühenden Eisens vom fünffachen Gewicht vor, so wird sich Ihr Geist eine Vorstellung machen können von dem ungeheuern Be-

trag Wärme, den die Sonne geliefert hat, um den jetzigen Gletscher zu bilden.

389. Sie müssen darüber nachdenken, bis es Ihnen so klar wie die Sonne selbst geworden ist. Denn Sie dürfen von nun an nicht mehr in den schon besprochenen Irrthum verfallen, der so viele befangen hat. Der Zusammenhang zwischen Eis und Kälte schien so selbstverständlich, dass sogar berühmte Männer annahmen, es bedürfe nur einer Verminderung der Sonnentemperatur, um eine weitere Ausbreitung unserer Gletscher herzustellen. Hätten sie unsere vorhergehenden Betrachtungen und Berechnungen angestellt, so würden sie wahrscheinlich mehr Wärme statt weniger für die Entstehung der Eiszeit verlangt haben. Was ausserdem wirklich nöthig war, das sind genügend wirksame „Verdichter", um den durch die Sonnenwärme entstandenen Dampf zum Gefrieren zu bringen.

§. 57. Gletschertheorien.

390. Sie haben unser Besteigen der Schluchtstation noch nicht vergessen, und werden es wol schwerlich je vergessen. Gedanken wurden damals angeregt, welche wir noch nicht besprochen haben. Wir sahen die Zweiggletscher aus ihren Schneefeldern herniederkommen, wir sahen sie sich zusammenschweissen, durch Trélaporte stürzen und sich später durch das geschlängelte Thal der Mer de Glace bewegen. Diese Erscheinungen allein,

abgesehen von den daraus folgenden Beobachtungen, wären genügend, um den Gedanken anzuregen, dass Gletschereis, so hart und spröde es auch erscheinen mag, in Wirklichkeit eine zähe Masse ist, ähnlich Honig, Sirup, Theer oder Lava.

§. 58. Ausdehnungs- und Gleitungstheorien.

391. Diese Meinung wurde jedoch von dem grössten Theil der Schriftsteller über Gletscher nicht getheilt. Scheuchzer aus Zürich, ein grosser Naturforscher, besuchte die Gletscher im Jahre 1705 und trug eine Theorie ihrer Fortbewegung vor. Er wusste, dass Wasser sich beim Gefrieren ausdehnt, und dass die Kraft der Ausdehnung so gross ist, dass dicke Bombenhülsen, welche mit Wasser gefüllt sind, das man frieren lässt, wie wir wissen (312) durch das Eis in ihnen in Stücke gesprengt werden. Scheuchzer nahm an, dass das Wasser in den Spalten der Gletscher, welches gefriert und sich mit unwiderstehlicher Gewalt ausdehnt, die Kraft wäre, welche den Gletscher abwärts drängt. Er fügte dieser Theorie andere Bemerkungen von weniger wissenschaftlicher Art hinzu.

392. Viele Jahre später erneuerte und entwickelte de Charpentier aus Bex diese Theorie mit solcher Geschicklichkeit und Ausführlichkeit, dass sie lange Zeit als Charpentier's Theorie der Ausdehnung bekannt war. Eine Zeit lang nahm Herr Agassiz diese Theorie an, und sie wurde mehr oder weniger

auch von andern Schriftstellern aufrecht erhalten. Ein Gletscher wurde in der That für ein Vorrathshaus voll Kälte angesehen, fähig, alles Wasser, das durch ihn sickert, zu gefrieren. Die Theorie wurde aufgegeben, als diese Vorstellung von der Gletscherkälte von Herrn Agassiz als unhaltbar erwiesen wurde.

393. Im Jahre 1760 trugen Altmann und Grüner die Ansicht vor, dass die Gletscher sich vermittels Gleitens in ihrem Bett fortbewegten. Fast vierzig Jahre später wurde diese Meinung von De Saussure wieder belebt, und sie wurde daher „De Saussure's Theorie" oder die „Gleitungstheorie" der Gletscherbewegung genannt.

394. Man hatte jedoch nur wenig Ursache, den Namen von de Saussure mit dieser oder irgendeiner andern Gletschertheorie in Verbindung zu bringen. Unaufhörlich mit Beobachtungen anderer Art beschäftigt, widmete dieser berühmte Mann sehr wenig Zeit und Nachdenken der Frage über die Gletscherbewegung. Was er über diesen Gegenstand geschrieben hat, liest sich weniger wie die Ausarbeitung einer Theorie, als wie der Ausdruck einer Meinung.

§. 59. Plastische Theorie.

395. Von keinem dieser Schriftsteller wird die Eigenschaft der Zähigkeit oder Knetbarkeit dem Gletschereise zugeschrieben; die Erscheinungen vie-

ler Gletscher legen einem jedoch diesen Gedanken so nahe, dass wir sicher sein können, er würde häufiger Ausdruck gefunden haben, wäre er nicht in solchem anscheinenden Widerspruch mit unserer alltäglichen Erfahrung vom Eis.

396. Dennoch fand diese Meinung ihre Vertheidiger. In einem kleinen Buche, das im Jahre 1773 veröffentlicht wurde und „Malerische Reise in die Gletscher von Savoyen" benannt war, schrieb Bordier aus Genf Folgendes: „Es ist jetzt Zeit, auf alle diese Gegenstände mit den Augen der Vernunft zu sehen; zuerst die Lage und die Fortbewegung der Gletscher näher kennen zu lernen und die Lösung ihrer hauptsächlichen Erscheinungen zu suchen. Beim ersten Anblick der Eisberge drängt sich eine Beobachtung auf, die genügend erscheint, um alles zu erklären. Es ist die, dass die ganze Masse des Eises im Zusammenhang ist und von oben nach unten drängt nach Art der Flüssigkeiten. Lassen Sie uns denn das Eis nicht für eine vollkommen steife und unbewegliche Masse ansehen, sondern für einen Haufen erstarrten Stoffs, ähnlich wie erweichtes Wachs, das bis zu einem gewissen Grade biegsam und dehnbar ist."* Hier ist wahrscheinlich zum ersten mal die Eigenschaft

* Ich bin meinem ausgezeichneten Freunde, Herrn Professor Studer in Bern, dafür zu Dank verpflichtet, dass er meine Aufmerksamkeit auf Bordier's Buch gelenkt hat, und meinen Freunden am Britischen Museum für die grosse Mühe, die sie sich gegeben haben, es für mich ausfindig zu machen.

der Knetbarkeit dem Gletschereis zugeschrieben worden.

397. Für uns, die wir mit dem Aussehen der Gletscher vertraut sind, muss es wunderbar scheinen, dass dieser Gedanke, sobald er einmal ausgesprochen war, nicht sogleich Anerkennung und Entwickelung fand. Aber in jenen frühen Tagen gab es nur wenige Forscher, und die „Malerische Reise" war wahrscheinlich nur wenigen bekannt, sodass der Gedanke von der Bildsamkeit des Eises für mehr als ein halbes Jahrhundert geschlummert hat. Aber Bordier fand endlich einen Nachfolger in einem Manne von weit grösserm wissenschaftlichem Griff und besserer Einsicht, als er selbst besass. Dieser war Rendu, ein katholischer Priester und Domherr, als er schrieb, und später Bischof von Annecy. Im Jahre 1841 legte Rendu der königlichen Akademie der Wissenschaften von Savoyen seine „Theorie der Gletscher von Savoyen" vor; ein Beitrag, der für immer denkwürdig bleiben wird in Bezug auf diesen Gegenstand. *

398. Rendu erfasste diesen Gedanken von der Knetbarkeit des Gletschereises mit grosser Kraft und Klarheit, und verfolgte ihn muthig in alle seine Folgen. Es ist nicht bekannt, ob er je das Werk von Bordier gesehen hat; wahrscheinlich nicht, denn er erwähnt es niemals. Lassen Sie mich Ihnen einige von Rendu's Ausdrücken anführen,

* Denkwürdigkeiten der Akademie, Bd. 10.

welche jedoch keinen vollkommenen Begriff von seiner Einsicht und seiner Schärfe des Gedankens geben: „Zwischen der Mer de Glace und einem Flusse herrscht eine so vollkommene Aehnlichkeit, dass es unmöglich ist, im Gletscher einen Umstand zu finden, welcher nicht auch im Flusse bestände. In Strömen von Wasser ist die Bewegung nicht gleichförmig, weder ihrer Breite nach, noch der Tiefe nach. Die Reibung des Bodens und der Seiten, verbunden mit dem Eingreifen örtlicher Hindernisse, machen die Bewegung verschieden, und nur gegen die Mitte der Oberfläche hin erlangen wir die volle Bewegung.“

399. Das liest sich wie eine Prophezeiung von dem, was seit der Zeit durch Messung festgestellt wurde. Bei Betrachtung des Gletschers des Mont Dolent, welcher in der Form einer Garbe ähnlich ist, weil er an den beiden Enden breit und in der Mitte eng ist, und indem er darüber nachdachte, dass der obere breite Theil eng geworden war und der enge mittlere Theil wiederum breit, bemerkte Rendu: „Es gibt eine grosse Menge Thatsachen, welche den Glauben aufzunöthigen scheinen, dass Gletschereis eine Art Dehnbarkeit besitzt, welche es in den Stand setzt, sich nach seiner Oertlichkeit zu formen, sich zu verdünnen, anzuschwellen und sich zusammenzuziehen, als wäre es ein weicher Teig.“

400. Um seine Schlüsse genau zu prüfen, verlangte Rendu eine sorgfältige Messung der Gletscher-

bewegung. Hätte er neben seinen übrigen Gaben auch die praktische Geschicklichkeit eines Markscheiders besessen, so würde er als der Fürst aller Gletscherkenner erscheinen. So aber musste er sich mit unvollkommenen Messungen begnügen. Auf einem seiner Ausflüge befragte er die Führer über die fortschreitende Lage eines grossen Felsens, welchen er auf dem Eise dicht neben dem Gletscherrande fand. Der Durchschnitt von fünf Jahren ergab eine Bewegung dieses Blocks von vierzig Fuss im Jahre.

401. Ein anderer Block, dessen Weiterbewegung er später genauer mass, ergab eine Geschwindigkeit von 400 Fuss im Jahre. Hören Sie seine Erklärung für diese Verschiedenheit: „Die ausserordentlich grosse Verschiedenheit zwischen diesen beiden Beobachtungen kommt daher, dass der eine Block nahe zur Mitte des Gletschers stand, welche sich sehr schnell bewegt, während der andere nahe am Rande stand, wo das Eis durch Reibung zurückgehalten wird.“ So klar und bestimmt waren Rendu's Ansichten von der plastischen Bewegung der Gletscher, dass ich nicht zweifle, dass er, wäre die Krümmungsfrage ihm aufgestossen, sicherlich die Windung des Punktes der schnellsten Bewegung von einer Seite der Gletscherachse zur andern im voraus ausgesprochen hätte. (§. 25.)

402. Es ist gut, dass Sie erfahren, dass wissenschaftliche Männer nicht immer übereinstimmen in ihrer Schätzung des vergleichsweisen Werthes von

Thatsachen und Gedanken, und es ist besonders gut, dass Sie erfahren, dass Ihr gegenwärtiger Lehrer einen besondern Werth solchen Meinungen beilegt, welche aus tiefem und beharrlichem Nachdenken hervorragender Geister entspringen und nicht, wie so oft der Fall ist, ohne die Gewähr eines tiefen Denkens oder natürlicher Fähigkeit entstanden sind. Weil ich glaube, dass Rendu's Arbeiten diese Bedingung erfüllen, schreibe ich ihnen einen so hohen Werth zu. Aber wenn Sie älter und besser unterrichtet sein werden, mögen Sie anders darüber denken; und ich schreibe diese Worte, damit Sie nicht zu schnell meine Meinung über Rendu annehmen. Urtheilen Sie über mich, wenn Sie wollen, wenn Ihr Wissen gereift sein wird. Ich bin sicher, dass ich Ihre Entscheidung nicht zu fürchten brauche.

403. Aber so sehr ich auch den schnellen Gedanken schätze, und so durchdrungen ich davon bin, dass oft in ihm die Kraft des Genius überwiegend liegt, so würde es doch meiner Meinung nach ein Versehen der ernstesten Art sein und was, wenn es einrisse, den äussersten Verfall der Naturwissenschaften herbeiführte, wenn wir es versäumten, unsere Ideen zu prüfen und ihnen Wirklichkeit und Gestalt zu geben, wenn die Mittel, es zu thun, zur Hand sind. In der Wissenschaft sollte der Gedanke soviel wie möglich mit der Thatsache verbunden sein. Dies wurde von Rendu

versucht und sorgfältig ausgeführt von Agassiz und Forbes.

§. 60. Die Theorie von der Zähigkeit des Eises.

404. Hier kommen die Verdienste des ausgezeichneten zuletzt genannten Gletscherkenners deutlich zur Anschauung. Von der geschickten und ernsten Befürwortung des Professor Forbes rührt die öffentliche Kenntniss dieser Lehre der Eisformfähigkeit fast ganz her. Er gab der Lehre eine deutlichere Form; er wandte zuerst den Ausdruck zähe für Gletschereis an und versuchte auf genauen Vermessungen eine „Theorie der Zähigkeit" bei der Gletscherbewegung zu begründen.

405. Ich bin hier genöthigt, die Thatsachen nach ihrer historischen Reihenfolge anzuführen. Als Professor Forbes seine Untersuchungen begann, war er mit den Arbeiten von Rendu bekannt. In seinem frühesten Werke über die Alpen bezieht er sich auf jene Arbeiten in Ausdrücken schmeichelhafter Anerkennung. Aber obgleich es eine Thatsache ist, dass Rendu's Ideen ihn bestimmt haben, so wäre es doch zu viel gesagt, dass es dieser Eingebung für ihn bedurft hätte. Wäre Rendu ihm nicht vorangegangen, so würde er nichtsdestoweniger den Gedanken von der Zähigkeit gefasst haben, als er seine Messungen anstellte und seine Kenntniss anwandte, um sie zu vertheidigen. Sei dem wie ihm wolle, die Erscheinung des Professor

Forbes auf dem Unteraargletscher im Jahre 1841 und auf der Mer de Glace im Jahre 1842, und seine Arbeiten in jener Zeit und später, haben ihm einen Namen gemacht, der in der wissenschaftlichen Geschichte der Gletscher nicht vergessen werden wird.

406. Die von Professor Forbes befürwortete Theorie wurde von ihm selbst in folgenden Worten ausgedrückt: „Ein Gletscher ist eine unvollkommene Flüssigkeit oder ein zäher Körper, welcher in Abhänge von gewisser Neigung hinuntergedrängt wird durch den natürlichen Druck seiner Theile.“ Im Jahre 1773 schrieb Bordier Folgendes: „Da die Gletscher immerfort auf der Ebene vorrücken und niemals verschwinden, ist es unbedingt nöthig, dass neues Eis fortwährend an Stelle des geschmolzenen tritt: es muss daher von oben her vorwärts gedrängt werden. Man kann sich dann schwerlich weigern, die erstaunliche Thatsache anzunehmen, dass diese ungeheuere Ausdehnung von hartem und festem Eis sich als ein einziges Stück herniederbewegt.“ In dem schon angeführten Satz spricht er davon, dass das Eis wie eine Flüssigkeit von oben nach abwärts gepresst wird. Hierin bestehen, glaube ich, Bordier's Beiträge zu diesem Gegenstand. Die angeführten Stellen zeugen von seinem Scharfsinn in einer frühen Zeit; aber in Bezug auf Vollständigkeit können seine Ansichten nicht mit jenen von Rendu und Forbes verglichen werden.

407. Ich darf hier nicht unterlassen zu sagen,

dass, obgleich die Ansicht von der Zähigkeit nicht von Herrn Agassiz angenommen worden ist, seine Vermessungen und Karten der Vermessungen neuerdings als die klarsten und folgerechtesten Belege für eine Eigenschaft angeführt worden sind, welche in jedem Falle der Zähigkeit sehr ähnlich ist.

408. Aber weshalb zögert Herr Agassiz, wenngleich im Besitz reichlicherer und eigenthümlicherer Beweise als diejenigen irgendeines andern Beobachters, die Meinung von der dem Eise beigelegten Zähigkeit anzunehmen? Zweifellos weil er glaubt, dass dieser Meinung von unserer alltäglichen Erfahrung über den Stoff widersprochen wird.

409. Nehmen Sie ein Stück Eis von 10 oder selbst 15 Kubikfuss Rauminhalt; sägen Sie es durch bis zu einer Tiefe von einem halben oder einem Zoll, und schlagen Sie eine spitze Pfrieme, die nicht dicker ist als eine sehr dünne Feile, in die Fuge, so wird die Masse von oben bis unten bersten und einen reinen Krystallbruch aufweisen. Wie ist diese Brüchigkeit mit der Ansicht von der Zähigkeit zu vereinigen?

410. Wir waren überdies auf dem Gletscher, und haben der Entstehung von Spalten mit beigewohnt. Wir haben sie als kleine, plötzlich entstandene Risse beginnen sehen; es gehörten Tage dazu, um sie einen einzigen Zoll breit zu öffnen. In vielen Gletschern kann man enge und tiefe Risse Hunderte von Ellen weit in das Eis verfolgen. Was beweist dieses? Besässe das Eis selbst nur ein klein wenig

jener Ausdehnungsfähigkeit, welche einer zähen Masse eigen ist, dann könnten solche Spalten nicht entstehen.

411. Dennoch ist es unzweifelhaft, dass sich der Gletscher wie ein zäher Körper fortbewegt. Die Mitte fliesst schneller als die Seiten, die obern Schichten schieben sich über die untern, und die Bewegung durch ein gekrümmtes Thal stimmt mit der Flüssigkeitsbewegung überein. Herr Mathews, Herr Froude und vor allen Herr Bianconi haben überdies neuerdings Versuche an Eis angestellt, welche schlagend die Biegsamkeit der Masse beweisen. Diese Versuche verdienen und werden ohne Zweifel volle Aufmerksamkeit in einer zukünftigen Zeit finden.

§. 61. Wiedergefrierungstheorie.

412. Ich will mit Ihnen jetzt von einem Versuch sprechen, der in den letzten Jahren gemacht worden ist, um die Brüchigkeit des Eises mit seiner Bewegungsfähigkeit in den Gletschern in Uebereinstimmung zu bringen. Er ist auf die von Herrn Faraday im Jahre 1850 gemachte Beobachtung gegründet, dass, wenn zwei aufthauende Stücke Eis aneinandergelegt werden, sie an der Stelle der Berührung zusammenfrieren.

413. Diese Thatsache mag Sie nicht überraschen; doch überraschte sie Herrn Faraday und andere,

und Männer von grosser wissenschaftlicher Bedeutung haben in der Erklärung dieser Thatsache nicht übereingestimmt. Die Schwierigkeit liegt darin, zu erklären, wo und wie in dem schon thauenden Eise die erforderliche Kälte zu finden ist, um das Häutchen Wasser zwischen den beiden sich berührenden Oberflächen gefrieren zu machen.

414. Das Wort Wiedergefrierung (Regelation) wurde von Dr. Hooker vorgeschlagen, um das Zusammenfrieren zweier aufthauender Stücke Eis, das von Faraday beobachtet worden war, auszudrücken; und der Aufsatz, in welchem der Ausdruck zuerst angewandt wurde, ist von Herrn Huxly und Herrn Tyndall in den „Philosophical Transactions“ vom Jahre 1857 veröffentlicht worden.

415. Die Thatsache der Wiedergefrierung und ihre Anwendung, abgesehen von der Ursache der Wiedergefrierung, kann auf folgende Art erläutert werden: Sägen Sie zwei Scheiben von einem Blocke Eis ab und bringen Sie deren flache Oberflächen in Berührung miteinander, so werden sie sogleich aneinanderfrieren. Zwei Platten Eis, die, aufeinandergelegt und mit Flanell umwickelt, über Nacht sich selbst überlassen bleiben, sind zuweilen am andern Morgen so fest aneinandergefroren, dass sie eher an jedem andern Orte auseinanderbrechen würden als an ihrer Vereinigungsfläche. Wenn Sie in eins der tropfenden Eisgewölbe in der Schweiz eintreten, brauchen Sie nur einen Augenblick lang ein Stückchen Eis an das Dach

des Gewölbes zu drücken, um es da gefrieren und am Dache festhaften zu lassen.

416. Legen Sie eine Anzahl Eisstücke in eine Schale mit Wasser und lassen Sie dieselben einander berühren, so frieren sie zusammen, wo sie sich berühren. Sie können aus solchen Stücken eine Kette bilden, und dann können Sie, indem Sie das eine Ende der Kette anfassen, die ganze Reihe nachziehen. In den arktischen Meeren werden zuweilen auf diese Art Ketten von Eisbergen gebildet.

417. Ueberlegen Sie, was aus diesen Beobachtungen folgt. Schnee besteht aus kleinen Theilchen Eis. Wenn wir nun durch Druck die im thauenden Schnee eingeschlossene Luft auspressen und die kleinen Eiskörnchen in nahe Berührung miteinander bringen, so ist zu erwarten, dass sie zusammenfrieren; und wenn die Auspressung der Luft vollständig ist, so steht zu erwarten, dass der gepresste Schnee das Aussehen von festem Eis annimmt.

418. Wir gelangen zu diesem Schluss durch Nachdenken; lassen Sie ihn uns jetzt mittels eines Versuchs beweisen, indem wir eine passende hydraulische Presse und eine Form, um den Schnee zu halten, dazu anwenden. In genauer Uebereinstimmung mit unserer Erwartung verwandeln wir durch Druck den Schnee in Eis.*

* Einen ähnlichen Versuch stellten die Herren Schlagintweit an, noch ehe die Entdeckung gemacht war, die zu seiner Erklärung dient; so blieb ihr Versuch vorerst unerklärt.

419. Bringen Sie eine feste Masse Eis in eine dazu geeignete Form, und drücken Sie es zusammen. Es wird in Stücke brechen: pressen Sie die Stücke fest zusammen, so werden sie sich vermittels Wiedergefrierung wieder vereinigen und ein festes Stück Eis, in der Form vollkommen verschieden vom ersten, wird aus der Presse hervorgehen. Um diese Wirkung hervorzubringen, muss das Eis in einem thauenden Zustande sein. Wenn seine Temperatur sehr tief unter dem Schmelzpunkt ist, so wird es durch den Druck zermalmt, aber nicht zu einer durchsichtigen Masse von anderer Form, sondern in weisses Pulver verwandelt.

420. Mit Hülfe geeigneter Formen können Sie auf diese Art die Gestalt des Eises nach jeder Richtung hin verändern; sie können Kugeln, Tassen, Ringe und gedrehte Seile aus der Substanz formen; die Veränderung der Formen wird in diesen Fällen durch gewaltsamen Bruch und Wiedergefrierung hervorgebracht.

421. Bei vorsichtig angewandtem Druck kann gewaltsamer Bruch vermieden und das Eis gezwungen werden, langsam seine Form zu ändern, als wenn es ein plastischer Körper wäre.

422. Unser erster Versuch nun erläutert das Festwerden des Schnees aus den höhern Alpenregionen. Die tiefern Schichten der Schneefelder (névés) haben die Last aller obern zu tragen, und werden dadurch in mehr oder minder festes Eis verwandelt. Und unser letzter Versuch zeigt die

Veränderungen der Form, welche auf dem Gletscher beobachtet worden sind, wo, durch die langsame und beständige Ausübung von Druck, sich das Eis allmählich in das Thal hineingeformt hat, welches es ausfüllt.

423. In den Gletschern gibt es jedoch auch grossartige Beispiele für den gewaltsamen Bruch und Wiedergefrierung. Die Oeffnung und Wiederschliessung der Spalten ist ein Beispiel dafür. Der Gletscher wird an den Eisfällen zerbrochen und an ihrem Fusse wieder zusammengeschweisst. Wenn zwei Zweiggletscher sich aneinanderlegen, so ist die Wiedergefrierung so fest, dass sie sogleich anfangen, als einziger Strom in dem Stammgletscher weiter zu fliessen. Die Mittelmoräne liefert keinen Beweis durch Langsamkeit ihrer Bewegung, dass sie von dem trägen Eise der Seiten des Zweiggletschers herstammt.

424. Die Hauptsache der Wiedergefrierungstheorie ist die, dass das Eis der Gletscher seine Form ändert und seinen ununterbrochenen Zusammenhang bewahrt unter Druck, der seine Theilchen zusammenhält. Aber wenn es Spannung unterworfen wird, bricht es eher, als dass es sich dehnt, und zeigt sich nicht länger als zäher Körper.

§. 62. Ursache der Wiedergefrierung.

425. Hier wurde die Thatsache der Wiedergefrierung angewandt, um die Formfähigkeit des

Gletschereises zu erläutern; aber es ist kein Versuch gemacht worden, um die Ursache der Wiedergefrierung selbst anzugeben. Das sind zwei ganz verschiedene Fragen. Aber eine kurze Zeit wird nicht verloren sein, wenn wir die Ursache der Wiedergefrierung etwas näher betrachten. Sie mögen etwas erstaunt darüber sein, dass grosse Männer ihre Aufmerksamkeit einem so kleinen Punkte widmen, aber wir dürfen nicht vergessen, dass in der Natur nichts klein ist. Gesetze und Principien interessiren den wissenschaftlichen Forscher am meisten, und diese können ebenso wol durch kleine wie durch grosse Dinge bewiesen werden.

426. Die Frage der Wiedergefrierung steht in unmittelbarer Verbindung mit jener von der „latenten Wärme", von der schon die Rede war (383), welche wir aber noch einer nähern Untersuchung unterwerfen müssen. Um Eis zu schmelzen, ist, wie schon ausgesprochen wurde, ein grosser Betrag Wärme nöthig, und in dem Falle der Gletscher wird diese Wärme von der Sonne geliefert. Weder das so geschmolzene Eis, noch das Wasser, das aus dem Schmelzen hervorgeht, kann unter 0° fallen. Der Gefrierpunkt des Wassers und der Schmelzpunkt des Eises berühren sich bei dieser Temperatur. Ein Haar breit niedriger gefriert Wasser; ein Haar breit höher schmilzt Eis.

427. Aber wenn das Eis ohne diese Mitwirkung der Sonnenwärme geschmolzen werden könnte, dann würde eine niedrigere Temperatur als diejenige von

gewöhnlichem geschmolzenen Eis dadurch entstehen. Wenn Schnee und Salz oder gestossenes Eis und Salz untereinander gemischt werden, so macht das Salz das Eis schmelzen, und auf diese Weise wird eine Kälte von 20 oder 30 Grad unter dem Gefrierpunkt hervorgebracht. Hier verbraucht in der That das Eis seine eigene Wärme bei dem Vorgange des Schmelzens. Eine solche Mischung von Eis und Salz wird eine „Kältemischung" genannt.

428. Und wenn durch irgend andere Mittel Eis bei einer Temperatur von 0 Grad ohne Wärmezufuhr von aussen geschmolzen werden könnte, dann würde das daraus gewonnene Wasser kälter sein als das Eis. Nun hat Professor James Thomson bewiesen, dass Eis durch blossen Druck geschmolzen werden kann, und sein Bruder Sir William Thomson hat gezeigt, dass Wasser unter Druck einer niedrigern Temperatur bedarf, um zu gefrieren, als wenn der Druck nicht ausgeübt wird. Professor Mousson hat später grosse Eismassen mittels einer hydraulischen Presse zum Schmelzen gebracht; und Professor Helmholtz hat durch einen schönen Versuch bewiesen, dass Wasser in einem Gefäss, aus welchem die Luft entfernt worden ist und welches daher vom Druck der Atmosphäre befreit ist, gefriert und Eiskrystalle bildet, wenn es mit schmelzendem Eis umgeben wird. Alle diese Thatsachen werden in der kurzen Behauptung zu-

sammengefasst, dass der Gefrierpunkt des Wassers durch Druck erniedrigt wird.*

429. Zu unserer eigenen Belehrung können wir das Schmelzen des Eises durch Druck auf folgende Weise hervorbringen: Sie erinnern sich der schönen Blumen, welche entstehen, wenn man einen Sonnenstrahl durch See-Eis fallen lässt (§. 11), und Sie haben nicht vergessen, dass sich die Blumen immer parellel mit der Oberfläche des Gefrierens bilden. Lassen Sie uns ein Prisma oder eine kleine Säule aus Eis schneiden, sodass seine Gefrierflächen im rechten Winkel die Seitenflächen der Säule schneiden; wir setzen das Prisma zwischen zwei Stückchen Holz und lassen vorsichtig den Druck einer kleinen hydraulischen Presse darauf einwirken.

430. Man kann vermittels eines concaven Spiegels ein helles Licht auf das Eis fallen lassen und es durch eine Vergrösserungslinse betrachten. Sie sehen schon die Folge. Dunkle Flächen bilden sich im Innern des Eises, welche sich allmählich ausdehnen, wenn der Druck langsam vermehrt wird. Hier und da bemerken Sie etwas Aehnliches wie Krystallisation; farrnähnliche Figuren laufen mit bedeutender Schnelligkeit durch das Eis, und wenn Sie genau auf ihre Spitzen und Ränder achten, so finden Sie dieselben in sichtbarer Bewegung. Diese dunkeln Flächen sind Hohlräume des Schmelzens, und die Bewegung, welche Sie sehen, rührt von

* Professor James Thomson und Professor Clausius haben dies unabhängig voneinander fast gleichzeitig bewiesen.

dem Eis her, das unter dem Druck in Wasser zerfällt. Dieses Wasser ist kälter als das Eis war, ehe der Druck ausgeübt wurde, und wenn der Druck entfernt wird, so wird nicht nur das Schmelzen aufhören, sondern das Wasser gefriert wieder. Die durch Schmelzen vermittels Drucks erzeugte Kälte genügt, um es wieder zu gefrieren, wenn der Druck entfernt ist.

431. Wenn wir, statt den Druck auf Oberflächen von bedeutendem Umfang zu verbreiten, denselben auf eine kleine Fläche zusammendrängen, so wird das Schmelzen natürlich schneller vor sich gehen; das hat kürzlich Herr Bottomley in einem besonders schönen und interessanten Versuch gezeigt. Eine Eisstange von 10 Zoll Länge, 4 Zoll Dicke und 3 Zoll Breite wird mit ihren beiden Enden auf Holzblöcke aufgelegt und ein Kupferdraht von ein Zwanzigstel oder selbst ein Zehntel Zoll Dicke um die Mitte des Eises geschlungen. Die beiden Enden des Drahtes werden miteinander verbunden und ein Gewicht von 12 oder 14 Pfund daran gehängt, der ganze Druck des Gewichts ist zusammengedrängt auf dem Theil des Eises, welches den Draht trägt. Was ist die Folge davon? Das Eis unterhalb des Drahtes schmilzt; das geschmolzene Wasser entweicht um den Draht herum, aber in dem Augenblick, wo es vom Druck befreit ist, gefriert es, und es bildet sich um den Draht herum, noch ehe er in das Eis eingedrungen ist, eine gefrorene Hülse. Der Draht fährt fort, in das Eis

einzudringen, das Wasser entweicht unaufhörlich und gefriert wieder hinter dem Draht. Nach einer halben Stunde fällt das Gewicht; der Draht ist rein durch das Eis gegangen. Sie können deutlich sehen, wo er durchgegangen ist, aber die beiden getrennten Stücke Eis sind so fest zusammengefroren, dass sie ebenso gut an einer andern Stelle auseinanderbrechen würden als an der Fläche ihrer Wiedergefrierung.

432. Ein anderer schöner Versuch, der auf dasselbe hinausläuft, wurde kürzlich von Herrn Boussingault gemacht. Er füllte einen hohlen Stahlcylinder mit Wasser und setzte es der Kälte aus. Sie wissen, dass Wasser bei der Umwandlung in Eis sich ausdehnt (§. 45); in der That ist genügender Raum zur Ausdehnung eine nothwendige Bedingung für das Festwerden. Aber in dem gegenwärtigen Fall widerstand der starke Stahl der Ausdehnung, das Wasser blieb infolge dessen flüssig bei einer Temperatur von mehr als 15 Grad unter dem gewöhnlichen Gefrierpunkt. Eine Flintenkugel innerhalb des Cylinders bewegte sich rasselnd zum Zeichen, dass das Wasser noch flüssig war. Beim Oeffnen des Zapfens wurde die Flüssigkeit, vom Druck befreit, augenblicklich in Eis verwandelt.

433. Nur Stoffe, welche beim Festwerden sich ausdehnen, verhalten sich auf diese Weise. Das Metall Wismuth verhält sich, wie wir wissen, ähnlich wie das Wasser; während Zink, Wachs, Schwefel, welche sich alle beim Festwerden zu-

sammenziehen, ihren Schmelzpunkt durch Druck erhöhen.

434. Und nun sind Sie vorbereitet, um Professor James Thomson's Theorie von der Wiedergefrierung zu verstehen. Wenn zwei Stücke Eis aneinandergedrückt werden, so entsteht, behauptet er, Schmelzen. Das Wasser fliesst um die gedrückten Stellen herum aus, und wenn es vom Druck befreit ist, gefriert es wieder und bildet so eine Art Kitt zwischen den Stücken Eis.

§. 63. Faraday's Ansicht von der Wiedergefrierung.

435. Faraday's Ansicht von der Wiedergefrierung ist nicht so leicht ausgedrückt; dennoch will ich versuchen, Ihnen eine Vorstellung davon zu geben indem ich zuerst von anerkannten Thatsachen, handele. Wasser kann selbst in offenen Gefässen viele Grade unter seinen Gefrierpunkt gebracht werden, und bleibt dennoch flüssig; gleichfalls kann es auf eine Temperatur gebracht werden, die weit höher ist als sein Siedepunkt, und dennoch widersteht es dem Kochen. Dies kommt von der gegenseitigen Anziehung der Wassertheilchen, welche sich dem Wechsel der Flüssigkeit in den festen sowol wie in den gasförmigen Zustand widersetzt.

436. Aber wenn Sie in das überkältete Wasser ein kleines Stückchen Eis werfen, so wird die Anziehung unterbrochen und das Gefrieren tritt unmittelbar ein. Und wenn Sie in das überhitzte

Wasser eine Blase Luft oder Dampf einführen, so wird ebenfalls die Anziehung unterbrochen, und das Kochen beginnt unmittelbar.

437. Faraday schloss daraus, dass in dem Innern jedes Körpers, ob fest oder flüssig, wo jedes Theilchen sozusagen von den umgebenden Theilchen gepackt wird und diese wiederum packt, das Band der Anziehung so fest ist, dass es eine höhere Temperatur erfordert, um den Aggregatzustand zu verändern, als auf der Oberfläche nöthig ist. Auf der Oberfläche eines Stückes Eis z. B. sind die Moleculen an einer Seite von dem Widerstand anderer Moleculen befreit; und daher geben sie der Wärme leichter nach als im Innern. Die Luft oder Dampfblase in überhitztem Wasser befreit die Moleculen ebenfalls von einer Seite; daher die sofort erfolgende Dampfbildung nach ihrem Eintritt. Kurz ausgedrückt also, der Schmelzpunkt des innern Eises ist höher als derjenige des oberflächlichen Eises. Faraday verweist auch auf das besondere Vermögen, welches Körper besitzen, ihre eigenen Moleculen zur Erstarrung zu bringen. Kampher in einer Glasflasche erfüllt die Flasche mit einer Kampheratmosphäre. In einer solchen Atmosphäre können sich grosse Krystalle der Substanz durch fortwährende Ablagerung von Kamphermoleculen auf Kampher bilden bei einer Temperatur, die zu hoch ist, um den geringsten Niederschlag auf das angrenzende Glas zu gestatten. Eine ähnliche Bemerkung passt auf Schwefel, Phosphor und die

Metalle im Schmelzzustand. Sie werden auf feste Theile ihrer eigenen Substanz bei einer Temperatur abgelagert, die nicht niedrig genug ist, um sie an andern Substanzen fest werden zu lassen.

438. Wasser liefert ein ausserordentliches Beispiel für dieses besondere Vermögen, die Erstarrung zu befördern. Es kann 10 Grad und mehr unter seinen Gefrierpunkt abgekühlt werden, ohne zu gefrieren. Aber das ist nicht möglich, wenn das kleinste Theilchen Eis im Wasser schwimmt. Es gefriert dann genau bei 0° C., setzt sich jedoch nicht an die Wände des umgebenden Gefässes, sondern auf das Eis. Faraday beobachtete in einem Gefrierapparat dünne Eiskrystalle von 6, 8 und 10 Zoll Länge bei einer Temperatur, die unzureichend war, um ihren Niederschlag auf die Wände des umgebenden Gefässes zu bewirken.

439. Und nun sind wir für Faraday's Ansicht von der Wiedergefrierung vorbereitet. Wenn die Oberflächen zweier Stücke Eis, welche mit einer dünnen Schicht des geschmolzenen Wassers bedeckt sind, aneinandergebracht werden, so wird dadurch die bedeckende Schicht von der Oberfläche in den Mittelpunkt des Eises verlegt, wo der Schmelzpunkt, wie vorhin gezeigt wurde, höher ist als auf der Oberfläche. Dieses eigenthümliche Erstarrungsvermögen des Eises auf Wasser kommt nun auf beiden Seiten der Schicht ins Spiel. Unter diesen Umständen, nahm Faraday an, müsse die Schicht

gefrieren und die beiden Oberflächen zusammenschweissen.

440. Die Erniedrigung des Gefrierpunktes durch Druck beträgt nicht mehr als ein Zwölftel Grad Celsius für eine ganze Atmosphäre. Indem Faraday den ungemein kleinen Bruchtheil Druck, welcher bei manchen Fällen der Wiedergefrierung ins Spiel kommt, erwog, hielt er seine Wirkung für unwahrnehmbar. Er hing Stücke Eis auf und brachte sie in Berührung miteinander ohne merkbaren Druck, dennoch froren sie zusammen. Professor James Thomson nahm jedoch an, dass selbst die Flächenanziehung, die zwischen zwei solchen Massen ausgeübt wird, genügen würde, um Wiedergefrierung zu erzeugen. Sie können die folgenden Versuche zur weitern Erläuterung dieses Gegenstandes machen:

441. Legen Sie ein kleines Stück Eis auf Wasser und drücken Sie es mit einem zweiten Stück unter die Oberfläche. Das untergetauchte Stück mag so klein sein, dass der Druck unendlich gering wird; dennoch wird es an die untere Fläche des obern Stücks anfrieren.

442. Legen Sie zwei Stücke Eis in eine Schüssel mit warmem Wasser und lassen Sie dieselben zusammenkommen; sie frieren zusammen, wenn sie sich berühren. Die Theile um den Platz der Berührung schmelzen ab, aber die Stücke bleiben eine Zeit lang durch eine schmale Eisbrücke verbunden. Die Brücke schmilzt endlich, und die Stücke wer-

den für einen Augenblick getrennt. Aber die Flächenanziehung zieht sie sogleich aneinander, und die Wiedergefrierung beginnt von neuem. Eine neue Brücke wird gebildet, welche wiederum aufgelöst wird, und die getrennten Stücke schliessen sich wieder zusammen. Eine Art von Pulsbewegung wird auf diese Weise zwischen den beiden Eisstücken hergestellt. Sie berühren sich, frieren zusammen, eine Brücke wird gebildet und schmilzt, und auf diese Art setzt sich die rhythmische Thätigkeit fort, bis das Eis verschwunden ist.

443. Nach Professor James Thomson's Theorie ist Druck nöthig, um Eis zu schmelzen. Die zum Schmelzen erforderliche Wärme muss aus dem Eise selbst gezogen werden, und das kalte Wasser muss aus dem Druck hervorgehen, um wieder gefroren zu werden. Nun ist in dem vorhergehenden Versuch das kalte Wasser, statt dass man es gefrieren liess, in warmes Wasser entwichen, und dennoch sind die schwimmenden Stücke in einem Augenblick zusammengefroren. Die sich berührenden Oberflächen können überdies convex sein; sie können sogar bis auf Punkte beschränkt werden, welche ringsum von warmem Wasser bespült werden, welches sie in der That sehr schnell schmilzt, wenn sie sich einander nähern; dennoch frieren sie bei der Berührung unmittelbar zusammen.

444. Sie können aus dieser Erörterung lernen, dass in wissenschaftlichen Dingen wie in allen andern Raum für Meinungsverschiedenheiten ist.

In solchen Fällen ist es gerathen, das Urtheil auszusetzen, solange Zweifel obwalten. Es ist möglich, dass Faraday's und Thomson's Vorgang beide ins Spiel kommen. Ich kann nicht besser diese Bemerkungen schliessen, als indem ich Faraday's eigene Schlussworte anführe, aus welchen hervorgeht, wie bei ihm wissenschaftliche Ueberzeugung von Dogmatismus getrennt ist: — „Ohne Zweifel", sagt er, „werden uns genaue Versuche künftig in den Stand setzen, Ergebnisse wie diese zu beurtheilen, und die Ausscheidung des Wahren vom Unwahren wird die richtige Theorie von der Wiedergefrierung feststellen."

§. 64. Die blauen Adern der Gletscher.

445. Wir nähern uns jetzt dem Ende; nur noch eine wichtige Frage bleibt zu erörtern. Bisher hielten wir sie zurück, denn es gehört eine ausgedehnte Kenntniss der Gletscher dazu, um sie zu lösen. Wir mussten uns auch durch thatsächliche Versuche mit der Eigenschaft des Eises bekannt machen, dass es beim Thauen erweicht wird, dem Druck nachgibt und unter solchem Druck flüssig wird.

446. Schnee ist weiss. Aber wenn sie seine kleinsten Theilchen untersuchten, würden sie dieselben durchsichtig und nicht weiss nennen. Die weisse Farbe rührt von der Mischung der Eistheilchen mit kleinen Lufträumen her. Bei allen

durchsichtigen Körpern entsteht die weisse Farbe durch eine solche Mischung. Das klarste Glas oder Krystall ergibt nach dem Stossen ein weisses Pulver. Der Champagnerschaum ist weiss durch die innige Mischung einer durchsichtigen Flüssigkeit mit durchsichtigem Kohlensäuregas. Das weisseste Papier endlich besteht aus Fasern, von welchen jede einzeln durchsichtig ist.

447. Jedoch nicht die Luft oder das Gas erzeugt die weisse Farbe, sondern die optische Verschiedenheit ihrer Theilchen erzeugt eine grosse Zahl von Zurückwerfungen des weissen Sonnenlichtes, und daher entsteht die weisse Farbe.

448. Die weisse Farbe der Oberfläche eines reinen Gletschers (112) und der Eisberge am Märgelinsee (357) ist schon einer ähnlichen Ursache zugeschrieben worden. Die Oberfläche wird durch die Sonnenwärme in unzählige Risschen geborsten, und die Widerspiegelung des Sonnenlichtes von den Seiten der kleinen Risse bringt die beobachtete Erscheinung hervor.

449. In ähnlicher Weise wird weisses Eis hergestellt, wenn man Wasser in einem Probirröhrchen gefrieren lässt, indem man es in eine Kältemischung taucht. Auch der grösste Theil des in Eismaschinen erzeugten Eises ist weiss. Wenn Sie solches Eis untersuchen, werden Sie es mit kleinen Luftblasen angefüllt finden. Wenn das Gefrieren sehr langsam vor sich geht, dann treibt die krystallisirende Kraft die Luft kräftig aus, und das erzielte Eis ist

durchsichtig; erfolgt das Gefrieren schnell, so wird die Luft eingeschlossen, ehe sie entweichen kann, und das Eis wird durchscheinend oder milchig. Aber selbst bei schnellem Gefrieren erlangte Herr Faraday durchsichtiges Eis, indem er geschickt die Luftblasen mit einer Feder entfernte, sowie sie erschienen.

450. Bei dem Eis der Landseen geht das Gefrieren nicht gleichförmig vor sich, sondern unterbrochen. Zuweilen geschieht es langsam, zuweilen schnell. Beim langsamen Gefrieren wird die im Wasser aufgelöste Luft kräftig ausgetrieben und bildet eine Schicht Blasen an der untern Fläche des Eises. Ein plötzliches Gefrieren schliesst diese Luft ein, und daher finden wir gewöhnlich das See-Eis aus Schichten zusammengesetzt, die abwechselnd klar und mit Blasen gefüllt sind. Durch solche Schichten wird es leicht, die Ebenen des Gefrierens im See-Eis zu entdecken.

451. Und nun kommen wir zur Anwendung dieser Thatsachen. Unterhalb des Eisfalles des Géant, am Fusse des Talèfre-Falls und weiter unten auf der Mer de Glace; in den höhern Abtheilungen des Grindelwald-, des Aar-, des Aletsch- und des Görnergletschers besitzt das Eis nicht die Durchsichtigkeit, welche es an den Enden der Gletscher zeigt. Es ist weiss oder weisslich. Woher? Die Untersuchung ergibt, dass es mit kleinen Luftblasen angefüllt ist; und diese sind, wie wir jetzt erkennen, die Ursache der weissen Farbe.

452. Sie sind der Ueberrest der ursprünglich im Schnee eingeschlossenen Luft, von welcher, wie vorhin gesagt wurde, die weisse Farbe des Schnees abhängt. Während des Niedersteigens des Gletschers werden die Blasen allmählich ausgetrieben durch den ungeheuern Druck, der auf das Eis zu lasten kommt. Die Austreibung wird nicht allein durch das mechanische Nachgeben des weichen, thauenden Eises erzeugt, sondern das Flüssigwerden der Substanz an Oertern unter heftigem Druck eröffnet Spalten zum Entweichen der Luft und spielt dadurch eine wichtige Rolle bei dem allmählichen Festerwerden des Gletschers.

453. Die Austreibung der Blasen ist jedoch nicht gleichförmig; denn weder Eis noch irgendeine andere Substanz stellt dem Druck einen vollkommen gleichförmigen Widerstand entgegen. Am Fusse eines jeden Falles, den wir besucht haben, und an den Wänden der dort gebildeten Spalten, haben wir unzählige blaue Streifen bemerkt, welche durch das weisse durchscheinende Eis gezogen waren und welche der ganzen Masse ein blätteriges Aussehen gaben. Diese blauen Adern erwiesen sich bei der Untersuchung als Räume, aus welchen die Luftblasen fast ganz ausgetrieben waren und welche dadurch aus dem durchscheinenden Zustand in den der Durchsichtigkeit verwandelt waren.

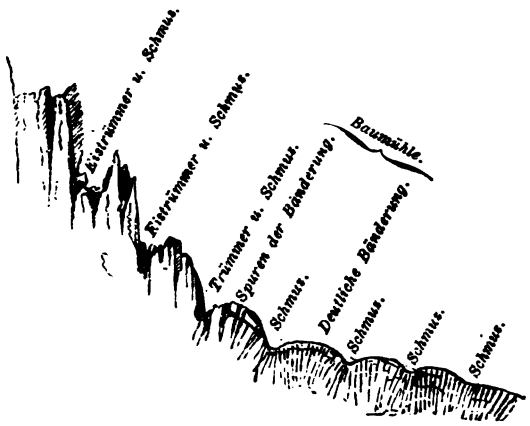
454. Dieses ist der geäderte oder bandartige Bau der Gletscher, in Bezug auf dessen Ursprung verschiedene Meinungen bestehen.

455. Es ist jetzt unsere Pflicht, diese Frage aufzunehmen und sie, wenn wir können, zu lösen. Auf den Schneefeldern des Col du Géant und anderer Gletscher haben wir grosse Risse, fehlerhafte Stellen und Bergschrunde gefunden, welche tiefe Einschnitte in das Schneefeld blosslegten; und an diesen Einschnitten haben wir die Ränder von halb festgewordenen Schichten angedeutet gefunden, die augenscheinlich von hintereinanderfolgenden Schneefällen herrührten. Das Schneefeld ist geschichtet, weil sein Stoffzufluss aus der Atmosphäre in Zwischenräumen erfolgt, und als wir zuerst die blauen Adern bemerkten, waren wir geneigt, sie von dieser Schichtung herzuleiten.

456. Aber Beobachtung und Nachdenken haben diese Meinung bald widerlegt. In der That konnte sie kaum vor der einzigen Thatsache bestehen, dass am Fusse der Eisfälle die Adern immer lothrecht oder fast lothrecht laufen. Wir fanden keine Erklärung dafür, wie die wagerechten Schichten des Schneefeldes am Fusse des Falles so umgestülpt werden sollten, dass sie auf die hohe Kante zu liegen kämen. Auch ist das Aussehen der Adern nicht das einer Schichtung.

457. An den mittlern Theilen der Eisfälle befinden sich überdies keine Zeichen von Adern. Am Fusse derselben erscheinen sie zuerst und erlangen ihre grösste Entwickelung ein wenig weiter unten. Als wir auf der Höhe oberhalb des Zäsenbergs standen und den Eisfall des Strahleckarmes vom

Grindelwaldgletscher erforschten, konnten wir nicht daran zweifeln, dass die Grundfläche des Falles die Ursprungsstätte der Adern war. Hier und nicht auf dem Schneefeld bildet sich der geäderte Bau, weshalb wir auch jener Stelle den Namen „Baumühle“ beilegten.



Durchschnitt eines Eisfalls und des Gletschers unter ihm, den Ursprung des geäderten Baues aufweisend.

458. Das ist jedoch im Grunde nur die Sprache einer lebhaften Meinung, aber nicht die des Beweises; und in der Wissenschaft sollte eine Meinung uns nur so lange befriedigen, als ein bestimmter Beweis unerreichbar ist. Die Liebe zur Ruhe darf uns nicht verhindern, diesen Beweis zu suchen. Es gibt kein strengeres Gewissen als das wissenschaftliche, und dieses verlangt, dass in jedem möglichen Fall unsere persönliche Ueber-

zeugung ersetzt werde durch eine Beweisführung, die für alle bindend ist.

459. Lassen Sie uns zum Beispiel einen Fall sehen, in welchem die Schichtung des Schneefeldes in den Gletscher hinein fortgesetzt ist. Lassen Sie uns die geschichteten Flächen und die blätterigen Flächen nebeneinander sehen und dennoch unzweifelhaft deutlich unterschieden sein. Eine solche Beobachtung würde offenbar beweisen, dass die Schichtung

Bänderung und Schichtung auf dem Aletschgletscher.

nichts bei der Frage des geäderten Baues zu thun hat, und durch die Entfernung dieser Quelle des Irrthums werden wir die Wahrheit ungehinderter verfolgen können.

460. Wir suchten nach dieser Schlussprobe auf der Mer de Glace, konnten sie aber nicht finden. Wir suchten sie auf den Grindelwald- und Aargletschern*, ebenfalls ohne Erfolg. Auf dem Aletsch-

* Herr Agassiz bringt jedoch einen Fall dieser Art auf dem Aargletscher zur Kenntniss.

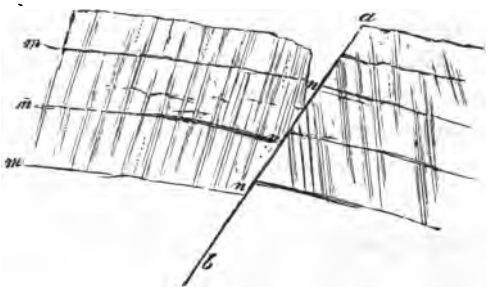
gletscher zuerst beobachteten wir die anscheinend gleichzeitige Anwesenheit von Schichtung und Bänderung; sie durchschnitten sich auf den Wänden derselben Spalte. Dennoch war der Fall noch nicht ausgesprochen genug, um vollkommene Ueberzeugung hervorzurufen, und wir besuchten den Görnergletscher mit der Absicht, unsere Untersuchung fortzusetzen.

461. Hier nahm die Ueberzeugung von Tag zu Tag zu, dass die Schichtung und die Bänderung zwei verschiedene Dinge seien. Dennoch verging Tag auf Tag, ohne uns den endgültigen Beweis zu enthüllen. Es war sicherlich nicht unsere Bequemlichkeit, die uns an der Erreichung unsers Zweckes verhindert hat, und wenn wir uns getäuscht zurückziehen, so können wir es thun mit dem Bewusstsein, unser Möglichstes gethan zu haben. Dort jedoch am Fusse des Matterhorn ist der Furkagletscher, den wir noch nicht untersucht haben. Auf ihm soll unser letzter Versuch gemacht werden.

462. Wir gelangen auf den Gletscher nahe an seinem Ende, und steigen ihn hinan. Wir sind bald vor einer Schutzwehr angekommen, die aus drei aufeinanderfolgenden Schneewänden besteht, von denen die eine über der andern emporsteigt und jede hinter der andern zurücktritt. Der Fuss einer jeden Wand wird von dem obern Ende der folgenden durch einen vorstehenden Rand getrennt, auf welchem drohende Massen geborstener Schneefelder liegen. Wir sind von Blöcken und Schutt

umgeben, welche augenscheinlich von diesen Rändern heruntergekommen sind, auf welchen andere Massen ruhen, die offenbar bald herunterstürzen werden.

463. Auf den senkrechten Wänden dieser Schutzwehr sahen wir, mit grosser Deutlichkeit ausgeprägt, die wagerechten Schichtungslinien, während etwas dem geäderten Bau sehr Aehnliches die Schichtungslinien in einem beinahe rechten Winkel



Aederung und Schichtung auf dem Furkagletscher.

zu durchschneiden scheint. Die senkrechte Oberfläche ist jedoch verwittert, und die geäderten Linien, wenn es welche sind, sind undeutlich. Die Aufgabe ist jetzt, die Oberfläche zu entfernen und das Eis darunter blosszulegen. Wir haben einen der vielen Fälle wie schon öfters vor uns, wo der Werth einer Beobachtung gegen die Gefahr, die damit verbunden ist, abgewogen werden muss.

464. Wir thun nichts übereilt; aber indem wir die vorstehenden Ränder prüfen und einen Angriffs-

punkt wählen, kommen wir zum Schluss, dass die Gefahr nicht zu gross ist, der wir uns aussetzen. Wir nähern uns der Wand, entfernen die Oberfläche, und werden durch die Entdeckung belohnt, dass unter ihr die wirklichen blauen Adern zu sehen sind. Sie sind überdies senkrecht, während die Schichtung wagerecht verläuft. Bruce wurde, wie Sie wissen, in mancher Schlacht geschlagen, aber er hielt aus und gewann zuletzt. Hier auf dem Furkagletscher haben Sie ebenfalls ein kleines Bannockburn geschlagen und gewonnen.

465. Aber wir wollen nicht zu früh von Siegen sprechen. Die Theorie der Schichtung ist bei den Erklärungsgründen ausgeschlossen worden, aber bis jetzt ist noch nichts an ihre Stelle getreten.

§. 65. Zusammenhang zwischen Aederung und Druck.

466. Dieser geäderte Bau wurde zuerst durch den ausgezeichneten schweizer Naturforscher Guyot, der jetzt in den Vereinigten Staaten lebt, beschrieben. Vom Grimselpass aus habe ich Ihnen schon den Griesgletscher gezeigt, der sich an der gegenüberliegenden Seite des Rhônethals über die Berge erhebt. Auf diesem Gletscher machte Herr Guyot seine Beobachtung.

467. „Ich sah“, sagte er, „unter meinen Füssen die Oberfläche des ganzen Gletschers mit regelmässigen, ein bis zwei Zoll breiten Furchen bedeckt, die sich in eine halb schneeige Masse ein-

senkten und durch vorspringende Platten härtern und durchsichtigern Eises getrennt waren. Es war klar, dass hier der Gletscher aus zweierlei Arten Eis zusammengesetzt war; die eine, welche die Furchen bildet, ist mehr schneeig und leichter schmelzend; die andere, die der Platten, ist vollkommener, krystallartiger, glasig und mehr widerstandsfähig; und der ungleiche Widerstand, welchen die beiden Arten Eis der Atmosphäre entgegensetzen, war offenbar die Ursache der Furchen.

468. „Nachdem ich sie mehrere hundert Ellen weit verfolgt hatte, gelangte ich zu einer 20 bis 30 Fuss breiten Spalte, welche, indem sie die Platten und Furchen im rechten Winkel durchschnitt, das Innere des Gletschers in einer Tiefe von 30 oder 40 Fuss blosslegte und einen schönen Durchschnitt des Baues zeigte. Soweit meine Augen reichten, sah ich die Masse des Gletschers aus Schichten von schneeigem Eis zusammengesetzt, von denen je zwei durch eine der besprochenen harten Platten getrennt wurden. Das Ganze bildete eine regelmässig blätterige Masse, welche gewissem kalkartigen Schiefer ähnlich war.“

469. Ich habe nie unterlassen, Sie auf allen von uns untersuchten Gletschern auf die kleinen, oberflächlichen, eben beschriebenen Furchen aufmerksam zu machen; und Sie haben überdies bemerkt, dass in den Furchen hauptsächlich der feinere Schmuz, der über den Gletscher ausgestreut ist, liegt. Man könnte vermuthen, ein Rechen sei über das Eis

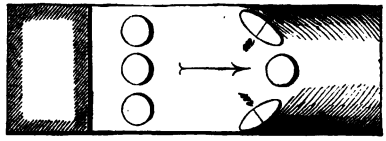
hingefahren. Und wo diese Furchen von einer Eisspalte unterbrochen wurden, da zeigte sich immer der geschichtete Bau an den Wänden des Risses. Die Furchung der Oberfläche ist in der That ein unfehlbares Kennzeichen für die innere Blätterung des Eises.

470. Wir haben diesen Bau durch die verschiedenen Theile der Gletscher, auf welchen sein Erscheinen am deutlichsten war, verfolgt; und wir haben dem Zustand des Eises auf diesen Plätzen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die blosse Thatsache, dass er die Spalten im rechten Winkel schneidet, ist bedeutsam. Wir kennen den mechanischen Ursprung der Spalten; wir wissen, dass es Risse sind, die im rechten Winkel zu den Spannungslinien gebildet sind. Aber da die Spalten auch senkrecht auf den Ebenen der Schichtung stehen, so müssen die Spannungslinien mit diesen Ebenen parellel laufen.

471. Auf den Gletschern jedoch kommt Spannung selten allein vor. An den Seiten des Gletschers zum Beispiel, wo sich Randspalten bilden, wird die Spannung immer von Druck begleitet; die eine Kraft arbeitet rechtwinkelig zur andern. Hier ist daher der geäderte Bau, welcher parallel mit den Spannungslinien läuft, senkrecht auf den Linien des Drucks.

472. Dass dies wirklich der Fall ist, wird Ihnen gleich klar werden. Die beifolgende Figur stelle das Bett des Gletschers vor, welcher sich in der

Richtung des Pfeils bewegt. Denken Sie sich drei Kreise auf dem Eis gezeichnet, einen in der Mitte und zwei zu beiden Seiten. Auf einem Gletscher von gleichförmiger Neigung würden sich alle drei Kreise nach abwärts bewegen, dabei aber nur der mittlere seine Kreisform beibehalten. Durch die Verzögerung der Seitenbewegung würden die seitlichen Kreise zu einförmigen Figuren ausgezogen werden. Diese beiden Kreise würden sich verlängern in der einen Richtung und zusammengedrückt werden in der andern. Senkrecht auf



dem langen Durchmesser, welcher die Richtung des Zuges darstellt, haben wir die seitlichen Spalten; senkrecht auf dem kurzen Durchmesser *m n*, welcher die Richtung des Drucks angibt, finden wir den geäderten Bau des Randes.

473. Dieser Zusammenhang zwischen dem Bau und dem Druck besteht ausnahmslos. An der Grundfläche der Eisfälle, wo sich das Gefälle des Gletscherbettes plötzlich verändert, reicht der Druck in vielen Fällen aus, nicht nur die Spalten zu schliessen, sondern auch das Eis heftig zu pressen. An solchen Stellen erscheint immer das bänderige Gefüge, indem es gerade quer über den Gletscher

hinweggeht. Wenn zwei Zweiggletscher sich vereinigen, so verstärkt ihr gegenseitiger Druck das vorherbestehende blätterige Gefüge an den Rändern der beiden Arme und entwickelt neue Flächen der Blätterung. Unter den Mittelmoränen haben wir daher gewöhnlich eine gute Entwickelung des Gefüges. Es stellt sich zum Beispiel schön dar unter der grossen Mittelmoräne des Aargletschers.

474. Es war auch wirklich auf diesem Gletscher, wo die blauen Adern unabhängig von der ersten Beschreibung des Herrn Guyot drei Jahre später beobachtet wurden. Ich sage unabhängig, weil Herrn Guyot's Beschreibung, obgleich 1838 geschrieben, ungedruckt blieb und den Beobachtern des Aargletschers im Jahre 1841 unbekannt war. Diese waren Herr Agassiz und Professor Forbes. Letzterer widmete später der Gefügefrage grosse Aufmerksamkeit, und seine Beobachtungen und Schlüsse verliehen ihr hauptsächlich die wichtige Stellung, die sie jetzt in der Lehre von den Gletschererscheinungen einnimmt.

475. Auf diese Weise haben wir, ohne die Gletscher selbst zu verlassen, den Zusammenhang zwischen Druck und Gefüge hergestellt. Gibt es irgendetwas in unserer frühern wissenschaftlichen Erfahrung, mit dem diese Thatsachen in Verbindung gebracht werden könnten? Die neue Erkenntniss der Natur muss immer ihre Wurzeln in die alte erstrecken und aus ihr als ein organisches Ganzes hervorwachsen.

§. 66. Schieferspaltung und Gletscherblätterungen.

476. Herr Guyot hat einen ausserordentlich scharfsinnigen Fingerzeig gegeben, als er den geäderten Bau mit der Spaltung der Schieferfelsen verglich. Wir müssen etwas von dieser Spaltung erfahren, denn sie bildet den Schlüssel zu der Frage, welche uns jetzt beschäftigt. Lassen Sie uns nach den Steinbrüchen von Bangor oder Cumberland gehen und die Steinbrecher in ihren Schuppen beobachten, wie sie die Felsen spalten. Mit einer scharfen Spitze, die geschickt in den Rand des Schiefers eingeschlagen wird, theilen sie ihn in dünne Platten, die je nachdem zu Dachschiefer oder Schreibtafeln geeignet sind. Die Flächen, auf welchen der Felsen sich spaltet, werden Spaltungsflächen genannt.

477. Durch den ganzen Steinbruch hindurch bemerken Sie eine vollkommen gleichmässige Richtung dieser Flächen. Wie kann dieser blätterige Bau erklärt werden?

478. Man ist geneigt, diese Spaltung als Folge einer Art von Schichtung oder in Pausen erfolgenden Ablagerung anzusehen; denn es gibt wirklich in verschiedenen Theilen Englands Felsen, welche auf den Schichtungsebenen in dünne Fliesen gespalten werden können. Aber wenn wir diese Schieferfelsen untersuchen, bestätigt sich die wie ich glaube von dem bedeutenden und verehrten

Professor Sedgwick gemachte Beobachtung, dass die Ablagerungsflächen gewöhnlich senkrecht auf den Spaltungsflächen verlaufen.

479. Sie bemerken, dass wir hier einen vollkommen ähnlichen Fall haben wie bei der Gletscherblätterung, welche wir auch zuerst geneigt waren, von der Schichtung abzuleiten. Wir fanden jedoch später Blätterungsflächen, welche die Lagerungsschichten des Schnees durchkreuzten, genau so wie die Spaltungsflächen die Schichtungen der Schieferfelsen kreuzen.

480. Aber die Aehnlichkeit geht noch weiter. Schieferspaltung war so lange ein Räthsel für die Geologen, bis der verstorbene Herr Daniel Sharpe die Entdeckung machte, dass Muscheln und andere Versteinerungen und Körper, welche in Schieferfelsen gefunden werden, ausnahmslos in der Richtung der Spaltungsflächen abgeflacht sind.

481. Treten wir in irgendein wohleingerichtetes Museum ein — zum Beispiel in die Bergwerksschule in Jermyn-Street — und betrachten die hier gesammelten Beweisstücke. Sehen Sie besonders die versteinerten Trilobiten aus den Schieferfelsen an. Sie sind in einigen Fällen auf ein Drittel ihrer ursprünglichen Dicke zusammengequetscht. Zahlreiche andere Muster zeigen auf die schlagendste Weise die Abflachung von Muscheln.

482. Dem von Herrn Sharpe angeführten Beweisgrund fügte Herr Sorby einen andern mächtigen Beweisgrund hinzu, welcher auf die mikroskopische

Untersuchung von Schieferfelsen gegründet ist. Wenn man beide in Betracht zieht, so drängt sich der Schluss unwiderstehlich auf, dass auf solche Felsen ein ausserordentlich starker Druck rechtwinkelig auf die Spaltungsebenen ausgeübt wurde, ganz ebenso wie der Gletscher rechtwinkelig auf seine Bänderungsflächen einen starken Druck erlitten hat.

483. Der Zusammenhang von Druck und Blätterung ist somit bewiesen; aber die Frage entsteht, ob sie zueinander in der Beziehung der Ursache und Wirkung stehen? Der einzige Weg, diese Frage zu beantworten, ist der, dass wir die Zustände der Natur künstlich herstellen und versuchen, ob wir dieselben Folgen herbeiführen können.

484. Die Masse der Schieferfelsen war einst ein weicher, knetbarer Schlamm, in welchem Versteinerungen eingebettet waren. Lassen Sie uns die Wirkung eines Drucks auf solchen Schlamm nachahmen, indem wir statt dessen erweichtes weisses Wachs nehmen. Wir legen eine Kugel des Wachses zwischen zwei Glasplatten, welche angefeuchtet sind, um das Kleben zu verhindern, üben einen Druck aus und flachen das Wachs ab.

485. Die flachgedrückte Masse ist anfänglich zu weich, um sich scharf zu spalten; aber wenn Sie die Wachsplatte dehnen, können Sie sehen, dass sie blätterig ist. Wir wollen sie mit Eis hart machen. Wir finden danach, dass kein Schieferfelsen je eine so feine Blätterung dargestellt hat.

Es ist kaum nöthig zu sagen, dass die Blättchen rechtwinkelig zum Druck stehen.

486. Eine Ursache dieser Blätterung ist, dass das Wachs aus einem Haufen von Körnchen besteht, deren Oberflächen einen nur schwachen Zusammenhang haben; und dass durch den Druck diese Körnchen zusammengequetscht werden und so Ebenen geringeren Zusammenhangs senkrecht auf die Richtung des Drucks entstehen.

487. Aber die Hauptursache der Blätterung sehe ich in dem seitlich übereinander Hingleiten der Wachstheilchen. Alte Verbindungen werden dadurch gelockert, welche die neuen nicht wieder befestigen können. Auf diese Weise erzeugt das aneinanderstreifende Gleiten Blätterung, wie die Schienen in der Nähe einer Station durch das Gleiten des Rades abgeblättert werden.

488. Statt Wachs können wir den Schiefer selbst nehmen, ihn zu Pulver mahlen, Wasser hinzufügen und so den ursprünglichen Schlamm wiedererzeugen: Durch geeigneten Druck des Schlammes nach einer Richtung wird die Blätterung wiederhergestellt.

489. Rufen Sie sich nun die Beweisgründe zurück, welche wir für die Eigenschaft des Eises, dem Druck nachzugeben, hatten. Erinnern Sie sich des Kürzerwerdens des Gletschers du Géant und der Zusammenpressung des Gletschers de Léchaud bei Trélaporte. Eine solche Masse, die langsam vom Druck bearbeitet wird, gibt seitlich nach. Ihre Theilchen werden übereinandergleiten,

die getrennten Verbindungen werden jedoch unmittelbar durch Wiedergefrierung wiederhergestellt. Sie wird nicht gleichmässig nachgeben, sondern nach einzelnen Ebenen. Sie wird auch nicht gleichmässig aufthauen, sondern nach gewissen Flächen. Beides, das Aufthauen und das Gleiten, wird vorzugsweise rechtwinkelig auf die Richtung des Drucks stattfinden; und die Folge davon ist die Blätterung des Gletschers.

490. Solange als das geblätterte Gletschereis unversehrt ist, widersteht es dem Zerspalten. Wiedergefrierung stellt die gelockerten Verbindungen wieder her, wie ich schon gesagt habe. Aber wenn solches Eis dem Wetter ausgesetzt ist, wird das Gefüge offenbar, und das Eis kann in Tafeln von einem Quadratfuss oder selbst einer Quadratelle zerspalten werden.

§. 67. Schluss.

491. Hier sind wir mit unserer Aufgabe zu Ende. Es war mir ein wahres Vergnügen, Sie so lange zur Seite gehabt zu haben. Im Schweisse unsers Angesichts haben wir oft die Höhen erreicht, wo unsere Aufgabe zu lösen war, aber Sie waren durchweg standhaft und unverdrossen, und haben in allen möglichen Fällen Ihre eigenen Muskeln gebraucht, statt sich auf die meinigen zu verlassen. Hin und wieder habe ich Ihnen meinen Arm geliehen und habe Ihnen auf ein Felsenriff geholfen, aber das Ersteigen haben Sie ganz allein ausge-

führt. Auf diese Weise möchte ich Sie alles lehren; indem ich Ihnen den Weg zu nutzbringender Anstrengung zeige, aber die Anstrengung Ihnen überlasse und mehr darauf bedacht bin, Ihre Mannhaftigkeit angesichts von Schwierigkeiten zu stärken, als Ihren Weg zu ebnen, indem ich die Schwierigkeiten beseitige.

492. Standhaft, weise, unerschrocken, obgleich nicht immer ohne Furcht, habe ich Sie auf Felsen und auf Eis gefunden, und Sie haben die noch seltenere Eigenschaft der Standhaftigkeit in geistiger Anstrengung bewiesen. Wie sie hier dargestellt worden ist, erscheint unsere Aufgabe einfach genug, aber Sie und ich wissen, wie wir oft standhaft mit den Thatsachen ringen mussten, um ihre Bedeutung herauszufinden. Die Arbeit ist jedoch jetzt vollbracht, und Sie beherrschen einen Abschnitt jener sichern und bestimmten Kenntniss, welche auf das getreue Studium der Natur gegründet ist. Ist das nicht des Preises werth? Oder vielmehr war der Preis selbst, die gesunde, wenn auch zuweilen harte Anstrengung von Geist und Körper auf Alpen und Gletschern, nicht ein Theil unsers Genusses?

493. Hier trennen wir uns. Und sollten wir uns nicht wieder begegnen, so wird doch das Andenken an diese Zeit uns verbinden. Leben Sie wohl.

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

INTERNATIONALE

WISSENSCHAFTLICHE BIBLIOTHEK.

II. BAND.

DESCENDENZLEHRE

UND

DARWINISMUS.

VON

OSCAR SCHMIDT,

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU STRASSBURG.

MIT 26 ABBILDUNGEN IN HOLZSCHNITT.

ZWEITE VERBESSERTE AUFLAGE.

LEIPZIG:

F. A. BROCKHAUS.

1875.

Das Recht der Uebersetzung ist vorbehalten.

VORWORT.

Wenige Monate nach dem Erscheinen der ersten stellt sich die erfreuliche Nothwendigkeit einer neuen Auflage dieses Werks heraus. Es ist nicht bloss von den entschiedenen wissenschaftlichen Parteigenossen mit Freude begrüsst, sondern auch von jener Seite, welche sich zweifelnd, ja entschieden ablehnend gegen die Abstammungslehre verhält, mit Anerkennung aufgenommen worden, wie man u. a. erklärte, wegen des in der Sache festen, in der Form gemässigten Tones.

Ich habe Farbe bekannt und damit nur das gethan, was in unserer, auf dem religiösen oder kirchenpolitischen und auf dem naturwissenschaftlichen Gebiete ausserordentlich erregten und bewegten Zeit jeder gebildete Mensch thun müsste, wenn es nicht sehr Viele vorzögen, in der religiösen Frage zu schweigen und den alten ererbten Schlendrian mitzumachen, in der naturwissenschaftlichen aber „das fundamentale Entweder —

Oder“ (Fechner) durch recht jämmerliche Wenn und Aber abzuschwächen, zur grossen Erbauung unserer gemeinschaftlichen Gegner.

Nur unwesentliche Verbesserungen waren anzubringen. Das Beispiel der Artveränderung, welches der Steinheimer Planorbis multiformis zu bieten schien, ist nach neuern Untersuchungen hinfällig. Diese Einbusse eines Beleges wird mehr als aufgewogen durch zahlreiche bestätigende Beobachtungen, auf welche ich später einmal eingehender mich berufen zu können hoffe.

Strassburg, im Juli 1874.

OSCAR SCHMIDT.

INHALT.

		Seite
Vorwort.		v
I.	Einleitung. Hinweis auf die Ergebnisse der Sprachforschung. Positive Vorkenntnisse für die Descendenzlehre. Wunderglaube. Die Grenzen der Naturforschung	1
II.	Die Thierwelt in ihrem gegenwärtigen Bestande	21
III.	Die Erscheinungen der Fortpflanzung in der Thierwelt	34
IV.	Die Thierwelt in ihrer geschichtlichen, paläontologischen Entwickelung	53
V.	Nochmals der Wunderstandpunkt und die Naturforschung. Schöpfung oder natürliche Entwickelung. Linné. Cuvier. Agassiz. Untersuchung des Artbegriffes	73
VI.	Die Naturphilosophie. Goethe. Prädestinirte Umbildung nach Richard Owen. Lamark . .	94
VII.	Lyell und die neuere Geologie. Darwin's Selectionstheorie. Anfang des Lebens	115
VIII.	Vererbung. Rückschlag. Veränderlichkeit. Anpassung. Folgen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Organe. Differenzirung führt zur Vervollkommnung	151

Seite

IX. Die Entwickelung des Individuums (Ontogenie) ist eine Wiederholung der historischen Entwickelung des Stammes (Phylogenie) 179

X. Die geographische Verbreitung der Thiere im Lichte der Abstammungslehre 205

XI. Der Stammbaum der Wirbelthiere. 229

XII. Der Mensch. 262

Belege und Citate 291

I.

Einleitung. Hinweis auf die Ergebnisse der Sprachforschung. Positive Vorkenntnisse für die Descendenzlehre. Wunderglaube. Die Grenzen der Naturforschung.

Durch die Menschheit und das Leben jedes seiner selbst sich bewussten Individuums zieht ein Ringen nach dem Verständniss des Daseins. Alle philosophischen Systeme haben in die Natur der Dinge zu dringen versucht, sind aus dem Streben nach der Erkenntniss des Zusammenhanges hervorgegangen, des Zusammenhanges der grossen Reihen körperlicher und geistiger Erscheinungen, deren Mittelpunkt oder Endpunkt zu sein der Mensch sich schmeichelt. Die Einen beruhigen sich mit der Hervorhebung des Gegensatzes zwischen Geist und Körper, Idee und Erscheinung, die Andern mit dem Schlagwort der Identität, die Einen haben sich und die Welt in schönster Harmonie gefunden, die Andern, von den Buddhisten an seit dem 6. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung bis zu den wunderlichen Heiligen der Gegenwart, den Anhängern und Verbesserern Schopenhauer's, sehen in der irdischen Welt nur eine Anhäufung von Unbehagen und Conflict, welchem der Weise durch ein gänzliches Zurückziehen auf sich selbst und eine vom eisernen Willen erzwungene Rückkehr in die Bedürfnisslosigkeit und das Nichts entfliehen könne.

Bei allen diesen Versuchen, sich mit der Welt zu stellen und abzufinden, hat das allgemeine Bewusstsein

nicht gerade bedeutende Fortschritte gemacht. So sehr man nämlich auf der einen Seite staunen muss über die Errungenschaften unsers Zeitalters, sei es auf den einzelnen wissenschaftlichen Gebieten, sei es auf dem Felde des Verkehrs und der Industrie, so wenig sicher und vorgeschritten ist das Urtheil der Menge bei jenen allgemeinen Fragen, so sehr lässt sich noch heute, wie zu Aristophanes' Zeiten, die Menge, auch ein grosser Theil der „Gebildeten", durch Schwindel und Phrase imponiren. Wir verbrennen keine Hexen mehr, aber noch immer blühen die Ketzergerichte. Unsere Experimental-Physiologie als Grundlage einer wissenschaftlichen Medicin erfreut sich einer staatlichen Förderung und allgemeinen instinctiven Anerkennung, wie nie, was nicht hindert, dass in allen Kreisen der Gesellschaft der verwegensten Curpfuscherei die Thüre geöffnet bleibt. Man halte Rundschau über die Spiritisten und Geistercitirer, welche jetzt eigene Sekten und Gesellschaften bilden, über die Anhänger der sympathetischen und Besprechungscuren u. s. w., und man muss erstaunen über die Ausdehnung der Herrschaft eines Aberglaubens, welcher dem Fetischdienst der von uns verschiedenen Menschenart der Neger kaum etwas nachgibt. Es sind das nur specielle Fälle der sehr verbreiteten Urtheilslosigkeit, wenn es sich um das vermeintliche Räthsel des Menschendaseins handelt. Millionen und aber Millionen, welche mit Entrüstung sich abwenden würden, wenn sie glauben sollten, in der complicirtesten Maschine, in den verwickeltsten Erzeugnissen der chemischen Retorte, den sonderbarsten Resultaten des physikalischen Experimentes ginge irgend etwas nicht völlig natürlich zu, diese Millionen sind geneigt, hinter den Lebensvorgängen einen Dualismus zu suchen und überall, wo es sich um die Erklärung des Lebens, die Zurückführung der Lebenserscheinungen auf die wahren natürlichen Ursachen handelt, die Möglickeit einer solchen Erklärung und Erkenntniss geradeweg zu leugnen und

das Leben in das Gebiet des Unnahbaren und Mystischen zu verweisen. Oder, wenn man auch die Lösung der Lebensfrage im allgemeinen zulässt, so will man wenigstens für das liebe Ich etwas besonderes und ein anderes Mass, als das, womit die übrigen Lebewesen gemessen werden.

Sehen wir so auf der einen Seite den einen grossen Theil unserer Zeitgenossen entweder in völliger Rath- und Resultatlosigkeit der wichtigsten Frage gegenüberstehen, oder dieselbe mit der Offenbarungs-Theologie abmachen, so dürfen wir glücklicherweise auf der andern Seite auf die stattliche Schar derer hinweisen, welche, seit die Entwickelung der Wissenschaften es überhaupt zuliess, der Untersuchung über die Stellung des Menschen in der Natur eine aufrichtige Theilnahme entgegenbrachten und das Problem mit Verständniss erwogen. Das Bedürfniss nach dieser philosophisch-naturwissenschaftlichen Erkenntniss bricht etwa vor einem Jahrhundert durch und fällt mit den Anfängen der Sprachwissenschaft zusammen, worauf hier hinzuweisen um so passender ist, als die Theorien von dem Ursprung der Sprache von den Ansichten über den Ursprung des Menschen, und umgekehrt, innig berührt und beeinflusst werden. Nachdem im Jahre 1580 das Resultat einer Untersuchung über die Sprache des Paradieses war, dass Gott dänisch, Adam schwedisch und die Schlange französisch gesprochen, war es Leibniz, der in Briefen an Newton die Methode der Sprachforschung zu regeln suchte, indem er von dem Studium der neuern und bekannten Sprachen auszugehen anempfahl. Und als in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die Ansichten, ob die Sprache erfunden oder geoffenbart sei, sich schroff gegenüberstanden, und Süssmilch (1764) gegen Maupertuis und Jean J. Rousseau geltend gemacht hatte, dass Erfinden ohne Denken, Denken aber ohne Sprache nicht möglich, folglich ein Erfinden der Sprache ein Widerspruch in sich sei, trat gelegentlich dieses Strei-

tes Herder, 1770, mit seiner epochemachenden Schrift über die Sprache hervor. Sie beginnt nach ihm mit anfänglich fast unbewusster Schallnachahmung, als dem Kennzeichen, wie er sich ausdrückt, bei welchem die Seele sich einer Idee deutlich besinnt. Er lässt die Sprache sich aus den rohesten Anfängen in dem steigenden Bedürfniss nach solchen Wortzeichen entwickeln; und mit der Entwickelung der Menschheit habe auch der Sprachschatz von selbst, d. h. unbewusst und instinctiv zugenommen. Die Mannichfaltigkeit der Sprachen sei durch das Auseinandergehen der Völker bedingt, deren Eigenart sich in den verschiedenen Sprachen abspiegele. Schon Herder also hebt die Wichtigkeit einer Völkerspsychologie hervor. An ihn schloss sich Wilhelm von Humboldt an, dessen Ansichten die Grundlage der heutigen Sprachwissenschaft bilden. Die Schallnachahmungen, lehrt er, fixiren sich instinctiv zu Worten, und mit dieser Wort- und Sprachbildung beginnt das Denken. Es geht aus der Natur dieser Anfänge hervor, dass die Sprache der natürliche Ausdruck des Volksgeistes ist, dass sie nicht stillsteht, sondern in steter Wandlung begriffen ist.

Die Sprachwissenschaft mit ihren grossen Erfolgen setzt die wichtigste Seite des menschlichen Wesens ins Licht; sie zeigt uns aber doch nur diese eine Seite, den Menschen in seiner allmählich errungenen Erhebung über die übrige Lebewelt. Obgleich schon jene oben erwähnten Begründer der Sprachforschung, halb unbewusst, halb bewusst den Menschen erst mit der aus primitiven Anfängen hervorgehenden Sprache zur Vernunft kommen und zum Menschen werden liessen, hat man sich allgemein doch damit begnügt, die privilegirte Stellung des Menschen als eine schlechthin gegebene oder sich von selbst verstehende anzunehmen, und dies so lange, als die Naturwissenschaft ihre Befriedigung in dem blossen oberflächlichen Ordnen der Organismen fand. Der Mensch, als aus Fleisch und Blut bestehend, erschien freilich als ein Ver-

wandter der höhern Thiere; allein so lange die Herkunft dieser, ihre eigene Blutsverwandtschaft nicht erörtert war, und man sich mit ihrer Nebeneinanderstellung nach der Uebereinstimmung ihrer Kennzeichen begnügte, ohne die tiefere Ursache der Abweichung oder Gleichheit zu discutiren, nahm der Mensch im System der lebenden Wesen ohne Widerspruch die höchste Stufe ein. Linné stellt in der Ordnung der Primaten mit den Gattungen Fledermaus, Halbaffe und Affe den Menschen zusammen, ohne deshalb von Kanzeln und Kathedern eines Attentats auf die Würde der Menschheit angeklagt zu werden, wie denn auch Buffon ungestraft die Laune haben konnte, gerade bei Beschreibung des Esels sehr speciell unser Geschlecht zu besprechen. Erst als in der neuesten Zeit die Welt hörte, dass jenes bisher mit grosser Gleichgültigkeit ausgesprochene Wort „Verwandtschaft" ernstlich und wörtlich genommen werden solle, indem, was verwandt, auch die Frucht eines und desselben Baumes sei, durchzuckte diejenigen, denen der Mensch als ein durchaus innerhalb der Natur stehendes Wesen erschien, ein Strahl der Erkenntnissfreude. Die übrigen aber, welche sich den Menschen nur als absolut vor seiner natürlichen Umgebung privilegirt vorstellen können, mussten in der Deduction, den eine allumfassende Lehre in unabwendbarer Consequenz auf den Menschen machte, eine Art von Verbrechen erblicken.

Die Theilnahme, welche man der neuern Verwandtschafts- und Abstammungstheorie entgegengebracht, geht daher nicht blos von Freunden, sondern ebenso sehr von Gegnern aus, denen mehr oder minder klar die Gefährlichkeit der neuen Lehre für ihren Wunderstandpunkt vorschwebt. Obschon auch in England die Opposition gegen den grossen Landsmann, an dessen Namen sich die Umwälzung knüpft, sehr bedeutend, besonders seit es offenbar, dass er, sich getreu bleibend, auch den Menschen in das Bereich seiner Unter-

suchungen gezogen und alle Folgen seiner Lehre auf ihn angewendet wissen will, scheint mir doch diesseit des Kanals der Streit und die Aufregung noch lebendiger, wo der Darwinismus das tägliche Brot der Tagesblätter, der philosophischen und theologischen Zeitschriften. Nun, diese Erscheinung liegt vor aller Augen, und wir sind von der einschneidenden Wichtigkeit des Gegenstandes überzeugt, der, je nachdem man für oder wider ihn gewonnen wird, unsere ganze Lebensanschauung beeinflusst. Und dabei begegnet es vielen, wie so häufig bei Fragen, deren Schwierigkeit durch eine scheinbar allgemeine Vertrautheit mit der Sache verdeckt wird: über das Leben meint jeder urtheilen zu können; und da für den Laien das Alpha und Omega der Abstammungslehre die berüchtigte Affenverwandtschaft ist, und oft gerade die unklarsten Köpfe am unfehlbarsten von ihrer eigenen Höhe überzeugt sind, so hört man über keine Angelegenheit so häufig oberflächliche, von der gröbsten Unwissenheit zeugende Urtheile, meist verdammende, als über die vorliegende.

Ich wünsche nun den Leser in den Stand zu setzen, das ganze verzweigte und verwickelte Problem der Abstammungslehre und ihre Begründung durch Darwin zu übersehen und die Cardinalpunkte desselben zu verstehen. Dabei ist zuerst eine Vorfrage von allgemeiner Wichtigkeit und besonderer Bedeutung zu erledigen, welche so oft von den philosophischen und theologischen Gegnern hingeworfen wird, die Frage nach den Grenzen der Naturforschung überhaupt. Denn wenn es principiell feststände, dass das Geheimniss des Lebendigen ein anderes sei, als das des Nicht-Lebendigen, dass dieses enthüllbar, jenes mit einem nie zu hebenden Schleier verdeckt, wie man das jetzt noch so oft behaupten hört, dann wäre auch die auf die Ergründung des Lebens gerichtete Forschung von vorn herein eitel und aussichtslos. Sollte sich aber der Erforschlichkeit des Lebens und Werdens kein aprio-

ristisches Bedenken entgegenstellen, sollten vielmehr die jedenfalls vorhandenen Grenzen der Forschung und Erkenntniss für die belebte Natur keine andern sein, als für die unbelebte Körperwelt, so dürfen wir unserer Aufgabe näher treten. Ich meine, dass dies am zweckmässigsten damit geschieht, dass wir uns mit dem Object der Abstammungslehre etwas vertraut machen, wobei wir uns auf die Thierwelt beschränken. Wenn ich also sage, dass wir eine Unterlage für die Abstammungs- oder Descendenztheorie, für die Lehre von der allmählichen directen Entwickelung der höhern und jetzt existirenden Organismen aus niedrigern Stammformen, die Lehre von der Continuität des Lebens gewinnen müssen, so handelt es sich zuerst um einen Ueberblick über die jetzt über die Erde verbreiteten Thierformen. Wie die Himmelskunde mit der blossen Fixirung der Gestirne und Sternbilder und der Kenntniss ihrer scheinbaren Bewegungen beginnt, so fixiren auch wir in grossen Zügen das Material und zwar in der Weise, wie sie durch die historische Entwickelung der Wissenschaft geboten ist.

Was dem Beobachter der Thierwelt unmittelbar in die Augen fällt, ist ihr Bestand an scheinbar unzähligen Formen. Das erste Bedürfniss ist das des Unterscheidens und Ordnens. Die Zoologie mit Botanik und Mineralogie musste im ersten Stadium ihrer Entwickelung blosse Beschreibung sein, ein Kennenlernen der fertigen Objecte, während Physik und Chemie es mit der Untersuchung von Erscheinungen zu thun haben, deren Bestand unmittelbar auf das Entstehen hinweist, das heisst mit Reihen von Erscheinungen, die als Ursachen und Wirkungen miteinander verbunden sind, deren Kenntniss also zugleich zu einer den Geist befriedigenden und beruhigenden Erkenntniss führt. Diese anfänglich blos auf das Aeussere sich beschränkende Beschreibung zog nach und nach auch das Innere heran, wurde zur Zootomie und vergleichenden Anatomie, und hatte es in der Anhäufung

unendlichen Details schon vor funfzig Jahren so weit gebracht, dass Cuvier damals sich die Aufstellung des natürlichen Systems zutraute.

Diese Thierbeschreibung ist aber nach zwei Seiten hin zu ergänzen und im Laufe der Ausbildung der Wissenschaft fast gleichzeitig ergänzt worden. Zur Kenntniss des Seins eines Thieres gehört auch die Beschreibung seines Werdens. Ich sage ausdrücklich „die Beschreibung", denn die thierische Entwickelungsgeschichte ist an sich noch keine Naturwissenschaft im Sinne der mathematisch-physikalischen Disciplinen; sie ist blosse Naturbeschreibung. Sie gibt aber eine weit genauere Kenntniss, sie enthüllt in tausend Fällen erst die Bedeutung der Organe und gibt der vergleichenden Anatomie die Sicherheit, oft überhaupt die Möglichkeit der Auslegung. Den Flügel des Vogels kann man ohne Schwierigkeit, so wie er ist, in seinen einzelnen Theilen auf die vordere Extremität eines Reptils oder eines Säugethieres zurückführen. Das Bein des Vogels dagegen stimmt als fertiges Organ nicht mit dem Bein der übrigen Wirbelthiere überein, bis die Entwickelung des Vogels im Ei zeigt, dass die Anlage der Stücke und Glieder genau dieselbe ist hier wie dort, und nur einige spätere Verwachsungen sonst getrennt bleibender Knochen die scheinbare Anomalie hervorrufen. Das fertige Vogelbein (*A*) zeigt uns in *a* den Ober-, in *b* den Unterschenkel, aber statt der Knochen der Fusswurzel und des die Zehen tragenden Mittelfusses finden wir nur den langen Knochen *c* und an seinem untern Ende einen kleinen Träger der vierten Zehe. Die frühere Beschreibung begnügte sich, zu sagen, dass der Lauf (*c*) Fusswurzel und Mittelfuss ersetzt. Dem ist aber nicht so, sondern der Vogel im Ei zeigt (*B*), dass das Vogelbein aus dem Oberschenkel (*a*), dem Unterschenkel (*b*), zwei Fusswurzelknochen (*m n*), drei oder vier Mittelfussknochen (*c*) und den Zehen besteht, dass der obere Fusswurzelknochen mit dem Unterschenkel und der

untere mit den unter sich verschmelzenden Mittelfusstheilen verwächst. Erst damit ist die richtige Auffassung des Thatbestandes von *A*, wenn auch noch nicht die Ursache des Thatbestandes gegeben. Folgendes Beispiel ist etwas schwieriger. Die vergleichende Anatomie vermag ohne die Entwickelungsgeschichte nicht zu erklären, warum der Mensch drei Gehörknöchelchen, der Vogel nur einen besitzt. Die Entwikkelungsgeschichte zeigt, dass aus dem Material, welches beim Menschen zu Hammer und Amboss verwendet wird, beim Vogel ein paar andere Schädeltheile hervorgehen, die mit dem Gehörapparate wenig oder nichts zu thun haben. Kurz, die Entwickelungsgeschichte, welche den Aufbau des Organismus beschreibt, ist Schritt für Schritt eine Leuchte für die vergleichende Anatomie. Auch sie bleibt für sich auf dem Range einer blos beschreibenden Disciplin stehen. Wenn wir nun aber wahrnehmen, wie die Entwickelungsstufen der Individuen ähnliche Reihen vom Niedern zum Höhern darstellen, wie die nebeneinander existirenden Glieder der betreffenden Thiergruppen, wie z. B. das Säugethier in seiner

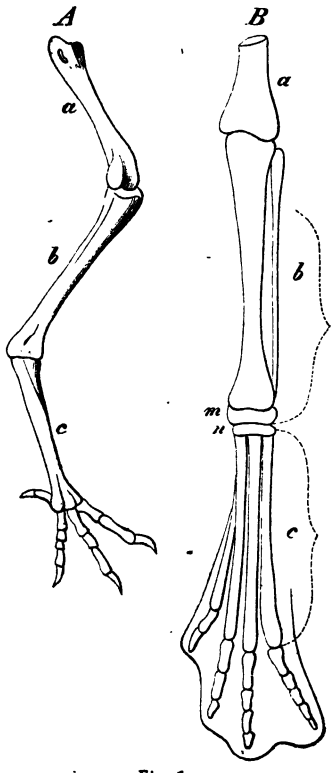


Fig. 1.

Entwickelung Zustände durchläuft, welche in den ausgewachsenen Formen der niedrigen Wirbelthiere fixirt bleiben, so werden wir damit auf einen vor der Hand geheimnissvollen Zusammenhang der Entwickelung des Individuums mit dem Gesammtbestand der Thierwelt hingewiesen, der eine wissenschaftliche Lösung, eine Zurückführung auf Ursachen verlangt, und dies um so dringender, als eine dritte Reihe von Erscheinungen, deren erste Bewältigung ebenfalls der Naturbeschreibung angehört, diese noch unenthüllten Beziehungen noch wahrscheinlicher macht. Das ist der Befund der Vorwelt.

Zur unerlässlichen Grundlage, auf der wir operiren, gehört also auch Kenntniss der paläontologischen Thatsachen. Die Geologie ist vor vierzig Jahren in das richtige Fahrwasser gebracht worden. Wir wissen jetzt, dass die Erde nicht ruckweise, sondern in ganz allmählicher Aus- und Umbildung entstanden; wir dürfen, ja wir müssen schliessen, dass das Leben zu einem gewissen Zeitpunkte der Abkühlung auf natürlichem Wege, d. h. ohne einen unbegreiflichen Schöpfungsact erschien, und wir sehen während jener langsamen Veränderung der Erdrinde auch die Lebewesen allmählich anwachsen, sich specificiren und vervollkommnen. Noch mehr! Wie zuerst einer der eifrigsten Gegner der Descendenztheorie, Agassiz, im einzelnen überzeugend nachgewiesen: wir erblicken die paläontologischen oder historischen Reihen der Organismen in ähnlicher Aufeinanderfolge, wie die Entwickelungsphasen des Individuums. Noch sind hier ungeheuere Lücken durch spätere Beobachtung auszufüllen, wenn nicht überhaupt an vielen Enden an diesem Gelingen zu verzweifeln ist. Dass der paläontologische Entwickelungsgang aber im allgemeinen der bezeichnete ist, suchen nur solche Naturforscher zu bestreiten, welche, wie Barrande, seit Jahrzehnten in unerschütterlichen Ueberzeugungen wie im Glauben an Dogmen sich festgefahren haben.

Diese aufeinander hindeutenden Gruppen von Thatsachen muss natürlich derjenige einigermassen übersehen, der sie verstehen will. Mit andern Worten, wir müssen erst eine Umschau über dieses ungeheuere Material halten, ehe wir uns mit der Zauberformel beschäftigen können, welche dasselbe sichtet und zum Verständniss bringt. Gross ist das Mühen, aber auch herrlich der Lohn! Denn das dem menschlichen Geiste inne wohnende Verlangen nach der Erkenntniss der Ursachen, das Causalitätsbedürfniss, wird bezüglich der Welt der Organismen einzig und allein durch die Descendenzlehre gestillt. Wir halten sie noch nicht für vollkommen, sie bleibt uns in vielen speciellen Fällen noch die Antwort schuldig, sie erfüllt aber im ganzen, was irgend eine geniale Theorie gethan: sie erklärt aus einem Princip jene grossen Erscheinungsreihen, welche ohne sie Anhäufungen von unbegriffenen Wundern bleiben. Sie macht überhaupt erst die organischen Naturwissenschaften zur Wissenschaft. Gar vieles nennt sich noch heute Wissenschaft, was nur handwerksmässig erworbenes Wissen ist. Indem aber die Descendenzlehre das Leben umfasst, kann sie vor dem Menschen nicht stehen bleiben. Selbst wenn man über den Ursprung der Sprache unklar wäre oder sogar die gänzliche Unwissenheit über diesen Punkt zugestehen müsste, so dürfte man aus dem Vorhandensein der Sprache nicht die Unanwendbarkeit der Abstammungslehre auf den Menschen herleiten, ohne, wie uns scheint, die Kette der Verstandesoperationen willkürlich abzubrechen.

Hier nun kehren wir zu der oben bezeichneten Vorfrage nach den Grenzen der Naturforschung zurück. Sie ist um so wichtiger, als der Naturforschung oft von unbefugter Seite der Vorwurf der Grenzüberschreitung gemacht wird. Der Leichtsinn der Logik, mit welcher diese Vorwürfe der grossen Menge plausibel gemacht werden, übersteigt alles Erlaubte. Wir schlagen z. B. die „Apologetischen Vorträge über die

Grundwahrheiten des Christenthums“ von Luthart auf und sehen, wie dieser Mann die Wirklichkeit der Wunder verficht. „Die Wunder“, sagt er, „sind nicht einmal Wunder! Es ist nicht einmal an dem, dass das Wunder die Naturgesetze selbst aufhebt, sondern es entnimmt nur einzelne Vorgänge jenen Gesetzen und stellt sie unter das Gesetz eines höhern Willens und einer höhern Kraft. Wir haben im niedern Gebiete viele Analogien dafür. Wenn mein Arm einen Stein in die Luft schleudert, so ist das wider die Natur des Steins und nicht eine Wirkung des Gesetzes der Anziehung, sondern es tritt eine höhere Kraft und ein höherer Wille ein, der Wirkungen hervorbringt, welche nicht Wirkungen der niedrigen Kräfte sind. Damit werden diese Kräfte und Gesetze nicht aufgehoben, sondern bleiben bestehen.“ Verweilen wir hier einen Augenblick. Zu sagen, es sei wider die Natur des Steins, dass die Muskelthätigkeit für einige Momente scheinbar die Schwere überwindet, ist ein physikalischer Unsinn. Der Stein bleibt eben schwer und durchaus innerhalb seiner Natur, auch während er in der Wurfbewegung sich befindet, und es ist völlig ungerechtfertigt und sophistisch, von der Muskelkraft als einer höhern Kraft der Schwere gegenüber zu faseln. Wenn der Stein zwei Centner wiegt, wo bleibt denn da die höhere Kraft? Nachdem aber der Vertreter des Uebernatürlichen seine Hörer durch diese ganz verwerfliche Analogie irre geführt und vorbereitet hat, fährt er fort: „So tritt beim Wunder eine höhere Causalität wirkend ein und ruft eine Wirkung hervor, welche nicht Wirkung des Zusammenhangs jener niedrigern Causalitäten ist, wohl aber nachher diesem Zusammenhange sich fügt. Diese höhere Causalität aber fällt im letzten Grunde zusammen mit den höchsten sittlichen Zwecken des Daseins. Ihnen zu dienen ist der höchte und schönste Lauf der Natur. Steht also das Wunder hiermit im Zusammenhange, ist es sittlich bedingt und nicht willkürlich, so ist es nicht

wider die Natur und ihre Bestimmung, sondern im höhern Sinne derselben gemäss.“ Sobald also die Wundergläubigkeit mit der Naturforschung in Conflict geräth, sagt sie: „Du überschreitest deine Grenzen und hast dein Urtheil hier zu suspendiren. Es handelt sich um einen höhern sittlichen Zweck, das Gebiet der Ethik ist höher als das der Physik, und deshalb hat eine höhere Causalität, deren Beurtheilung nicht Sache der Physiker, die euch Naturforschern geläufige Verkettung von Ursache und Wirkung aufgehoben.“ Jene Stelle[1], worin einer der gelehrtesten und verehrtesten Vertheidiger des Wunderglaubens trotz einem Sophisten die Naturforschung über ihre Grenzen belehrt, gehört noch zum Glimpflichsten, was in dieser Art geleistet wird. Unsere Anschauungsweise und Logik ist aber darin fundamental von derjenigen der Gegner dieses Schlages verschieden, dass uns der Gegensatz zum Wissen das Nichtwissen ist, während jene das Wissen durch ein sogenanntes höheres Wissen und durch den Glauben ergänzen.

Indem man sich an den Ausspruch eines Picus von Mirandola hält: „die Philosophie sucht, die Theologie findet, die Religion besitzt die Wahrheit“[2], vergisst man, dass Wahrheit und Wahrheit sehr verschiedene Dinge sind. Die subjectiven Gesichte und Tonempfindungen, von denen Geisteskranke erregt und geängstigt werden, sind für sie Realität, und doch eine ganz andere, als die Bilder und Töne, die man mit gesunden Sinneswerkzeugen aufnimmt. Philosophie und Wissenschaft suchen die Wahrheit, welche sich aus dem erfassbaren Zusammenhange der Dinge ergibt. Die andern Wahrheiten, welche die erste so oft negiren, pflegen aber unfassbar zu sein und sind zu den wissenschaftlichen Wahrheiten incommensurabel. Wir lassen es daher bei Goethe's Worten:

Wer Wissenschaft und Kunst besitzt,
Hat auch Religion;
Wer jene beiden nicht besitzt,
Der habe Religion.

Und nun, nachdem wir unberufene Einwendung und Gefecht mit zweideutigen Begriffen vorläufig abgewiesen, können wir uns die Grenzen der Naturwissenschaft ruhig ansehen. Halten wir uns dabei einmal an den mit grossem Beifall aufgenommenen Vortrag, welchen der Physiolog Dubois-Reymond bei der 50. Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte hielt. Es wurde darin auf eine Stelle aus einem der classischen Werke von Laplace in der Einleitung zur Theorie der Wissenschaft hingewiesen, die wir uns nicht versagen können vollinhaltlich mitzutheilen. Der Verfasser der Mechanik des Himmels sagt: „Die gegenwärtigen Ereignisse sind mit den vergangenen durch ein Band verknüpft, welches auf dem augenscheinlichen Princip beruht, dass ein Ding nicht anfangen kann zu sein, ohne eine Ursache, welche es hervorbringt. Dieser unter dem Namen des Principes von der ausreichenden Ursache bekannte Grundsatz dehnt sich auch auf solche Ereignisse aus, die man für nicht davon berührt hält. Auch nicht der freieste Wille kann ohne ein bestimmendes Motiv sie hervorrufen.“ „Wir müssen also den gegenwärtigen Zustand des Weltalls als die Folge seines frühern Zustandes und als die Ursache des folgenden betrachten. Ein Geist, der für einen gegebenen Augenblick alle Kräfte kennte, welche die Natur beleben, und das gegenseitige Verhältniss der dieselben zusammensetzenden Wesen, ein Geist, der ausserdem eine hinreichende Fassungskraft besässe, um alle jene Thatsachen der Analyse zu unterziehen, würde die Bewegungen der grössten Weltkörper und die des leichtesten Atomes unter eine Formel bringen können: nichts wäre für ihn ungewiss, und die Zukunft wie die Vergangenheit läge offen vor seinen Augen. Der menschliche Geist bietet in der Vollendung, welche er der Astronomie zu geben verstanden hat, ein schwaches Abbild jenes Geistes dar.“ „Alle Anstrengungen des menschlichen Geistes in dem Suchen nach Wahrheit gehen darauf hin, sich jenem soeben

von uns dargestellten Geiste zu nähern; er wird aber immer unendlich von ihm entfernt bleiben." Der berliner Physiolog citirt hierzu das Faustische: „du gleichst dem Geist, den du begreifst", und meint, dass dem menschlichen Geiste also nicht principiell die Einsicht in die Weltformel verschlossen sei. Wir gestehen aber, dass uns an einer principiellen Vollkommenheit, die nie in die Erscheinung tritt, herzlich wenig gelegen ist, und sehen jedenfalls in der Unerreichbarkeit jener nebelhaften Weltformel eine leicht zu verschmerzende Grenze der menschlichen Forschung. Aber abgesehen von dem zweifelhaften Troste mit der Weltformel werden wir Dubois-Reymond beistimmen müssen, wenn er die Grenzen, vor welchen jene höchste denkbare Intelligenz Halt machen muss, auch für den menschlichen Geist als unübersteiglich hält.

In Uebereinstimmung mit den jetzt herrschenden Ansichten der Physiker und Biologen hat Dubois-Reymond diese eine der Naturforschung gezogene Grenze dahin formulirt[3]: „Das oben näher bestimmte naturwissenschaftliche Erkennen ist kein wahres Erkennen. Beim Versuche, das Constante, worauf die Veränderungen in der Körperwelt zurückgeführt sind, zu begreifen, stösst man auf unlösliche Widersprüche. Ein Atom, als kleine, untheilbare, wirkungslose Masse gedacht, von der Kräfte ausgehen, ist ein Unding. In der Unmöglichkeit, das Wesen von Materie und Kraft zu begreifen, liegt also die eine Grenze des naturwissenschaftlichen Erkennens." Diese Sätze bedürfen einiger Erläuterungen. Ueber die mögliche mechanische Theilung hinaus muss man sich den Stoff, die Materie, aus letzten nicht mehr theilbaren Partikelchen bestehend denken. Dieser Atome hat man nach dem jetzigen Standpunkt der Wissenschaft so viele verschiedene Arten anzunehmen, als chemisch nicht weiter zerlegbare einfache Stoffe bekannt sind. Es ist nun kein Zweifel, dass diese Atome im eigentlichsten Sinne des Wortes imaginäre, hypothetische Grössen

sind, wie denn die Theorie darauf zu leiten scheint, dass aller Materie in den verschiedensten Erscheinungsweisen der Körperwelt nur eine einzige Atomenart zu Grunde läge. Man kann sich in einem jeden Lehrbuch der Physik oder Physiologie überzeugen, dass, um die Eigenschaften dieser Atome und ihrer Verbindungen zu Bestandtheilen zusammengesetzter und chemisch zerlegbarer Körper sich klar zu machen und zu berechnen, man sie unter verschiedenen körperlichen Gestalten, kugelig, kubisch u. s. w. bildlich darstellt, ferner, dass man sie in ihrem Zusammentreten und Zusammenwirken als Körper umgeben denken muss von einer minimalen Atmosphäre eines allverbreiteten Aetherstoffes. Allein das Atom an sich und damit das Wesen der Materie ist etwas unvorstellbares, unerreichbares. Es inhäriren diesen Atomen Kräfte, welche sich in Anziehungen und Abstossungen, überhaupt in Bewegung äussern. Was aber die tiefste Ursache dieser Bewegungen und inwiefern diese Bewegungen mit der Existenz der Atome gleichsam Eins sind, gehört mit zur Unbegreiflichkeit des Stoffes.

„Setzen wir uns darüber fort", sagt Dubois-Reymond weiter, „so ist das Weltall zunächst begreiflich. Auch durch das Auftreten von Leben an sich auf Erden wird es noch nicht unbegreiflich. Denn Leben an sich ist vom Standpunkte der theoretischen Naturforschung betrachtet nichts als Anordnung von Molekeln in mehr oder minder festen Gleichgewichtslagen, und Einleitung eines Stoffwechsels theils durch deren Spannkräfte, theils durch von aussen übertragene Bewegung. Es ist ein Misverständniss, hier etwas Supernaturalistisches zu sehen." Dieser Punkt pflegt am heftigsten bestritten zu werden. Wenn man alle Bewegungen und Ruhezustände der unbelebten Welt der Erklärung preisgibt: mit des Lebens Grunde soll das Unerklärliche beginnen. Was man mit dieser Annahme der Urtheilskraft zumuthet, lässt sich mit den Worten eines andern gediegenen und besonnenen Physiologen,

A. Fick [4], zu folgender Frage formuliren: „Ist die Charakteristik eines solchen Theilchens, wie sie vorhin erklärt wurde, für dasselbe auch während der Zeit noch gültig und zureichend, während welcher es in einem Organismus verweilt? Wird also z. B. die Bewegung eines Sauerstofftheilchens durch ein benachbartes Wasserstofftheilchen noch nach denselben Gesetzen beeinflusst und verändert, wenn beide oder eins davon Theil eines Organismus ist, wie ausserhalb?“ Wenn man dies verneint, bekennt man sich zur vitalistischen Lebensauffassung, das heisst, man nimmt seine Zuflucht zu unbekannten, ganz ausserhalb der Materie liegenden Kräften, man gibt zu, dass ein und dasselbe Theilchen, je nachdem es innerhalb oder ausserhalb des Organismus sich befindet, seine Natur ändern könne, mit andern Worten: man statuirt ein Wunder. Wägt man diese Ansicht gegen die physikalische ab, „welche in ihrer Vollendung jeden organischen Process zu einem Problem der reinen Mechanik macht“, so kann man dies mit den gewiss unparteiischen Worten des eben citirten Naturforschers thun: „Ich glaube, die mechanische Ansicht vom organischen Leben ist erst dann bewiesen, wenn alle Bewegungen im Organismus wirklich aufgezeigt sind als Wirkungen der den Atomen auch sonst inne wohnenden Kräfte. Ebenso würde ich aber auch dann die vitalistische Ansicht für erwiesen halten, wenn in irgendeinem Falle die mechanische Unmöglichkeit einer bestimmten, im Organismus als wirklich beobachteten Bewegung gezeigt wäre. Weder an das eine noch an das andere ist vor der Hand zu denken. Gleichwol bekenne ich mich, wenn einmal ohne vollständigen Beweis entschieden werden muss, ganz unbedenklich einstweilen zur mechanischen Ansicht. Sie empfiehlt sich nicht blos durch ihre grössere Wahrscheinlichkeit und Einfachheit *a priori*, sie wird vielmehr durch den Entwickelungsgang der Wissenschaft fast zur Gewissheit. Wenn man sieht, wie gewisse Erscheinungen — man denke nur z. B. an die

Bildung der thierischen Wärme, die man früher nicht ohne die Lebenskraft erklären zu können glaubte, jetzt selbst von solchen, die im allgemeinen eine eigenthümliche Lebenskraft annehmen, den überall wirksamen Kräften der materiellen Theilchen zugeschrieben werden, so sieht man sich fast zur Ueberzeugung gedrängt, dass nach und nach alle Erscheinungen des Lebens einer mechanischen Erklärung zugänglich werden müssen." Fügen wir zur Erläuterung des eben gegebenen Beispiels von der thierischen Wärme hinzu, dass die neuere Physik die Wärme als eine besondere Art der Bewegung kennen gelernt hat. Die Bewegung des auf den Amboss fallenden Hammers geht nicht verloren, sondern wird in die zwar unsichtbare, aber als Wärme fühlbare Atomenbewegung der getroffenen Stellen umgesetzt. Aber auch die Vereinigung der Theilchen des in der Athmung des Thierleibes eingeführten Sauerstoffes mit gewissen sauerstoffarmen Blutbestandtheilen ist eine der Berechnung unterliegende Bewegung, welche als Oxydation, Verbrennung oder als Entwickelung der thierischen Wärme sich äussert. Dieser chemisch-mechanische Act der Verbrennung unterhält die thierische Dampfmaschine in Bewegung. Auf diesem Wege der Anwendung der mechanischen Principien hat also die neuere Physiologie eine grosse Anzahl von Vorgängen im Organismus auf ihre Ursachen zurückgeführt; und das Gespenst Lebenskraft, welches sonst den ganzen Darmkanal beherrschte, die Drüsenzellen und Muskelfasern zu ihrer Thätigkeit antrieb und an den Nerven hinglitt, weiss kaum noch, wo es sein Unwesen treiben soll.

Die Naturforschung scheut also nicht zurück vor der Einreihung des Lebens und der Lebensprocesse in die Welt des Begreiflichen. Wir scheitern erst am Begriff der Materie und der Kraft überhaupt. Wir sind aber viel weiter als Schopenhauer und seine Anhänger, die für den Begriff der Kraft den des

Willens substituiren, weil wir eine Menge von Vorgängen, die das an sich unverständliche Wort „Wille" in ihrer Ganzheit erklären soll, in ihre einzelnen sich bedingenden Momente aufgelöst haben, und auch viel weiter als der Modephilosoph von heute, v. Hartmann, der auf dem Gebiete der organischen Welt mit den Wirkungen des „Unbewussten" uns abspeist.

„Und doch", so formulirt Dubois-Reymond, eine abermalige Grenze, „tritt ein neues Unbegreifliches ein in Gestalt des Bewusstseins, auch schon in seiner niedersten Form, der Empfindung von Lust und Unlust. Es ist ein für allemal unbegreiflich, wie es einem Haufen Molekeln, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Phosphor u. s. w. nicht gleichgültig sein kann, wie sie liegen und sich bewegen; hier ist also die andere Grenze naturwissenschaftlichen Erkennens. Selbst der von Laplace gedachte Geist kann nicht darüber hinaus, geschweige der unserige. Ob übrigens die beiden, dem naturwissenschaftlichen Erkennen gezogenen Schranken vielleicht nur eine und dieselbe sind, lässt sich nicht entscheiden." Mit diesen letzten Worten wird die Möglichkeit angedeutet, dass das Bewusstsein ein Attribut der Materie sei oder zur Wesenheit der Atome gehöre. Und da dürfen wir denn hinzufügen, dass der Versuch, den Empfindungsprocess zu verallgemeinern und als eine allgemeine Eigenschaft der Materie darzulegen, in neuester Zeit wiederholt gemacht ist, so von Zöllner in seinem, so gerechtes Aufsehen erregenden Werke über die Natur der Kometen. Derselbe meint, wenn man vermöge feiner ausgebildeter Sinnesorgane die Molecularbewegungen in einem Krystalle beobachten könnte, wenn derselbe an irgend einer Stelle mechanisch verletzt wird, so würde man nicht unbedingt verneinen können, dass die hierdurch erregten Bewegungen absolut ohne gleichzeitige Erregung von Empfindungen stattfinden. Man müsse entweder verzichten auf die Begreiflichkeit des Empfindungsphänomenes in den Organismen, oder „die

allgemeinen Eigenschaften der Materie hypothetisch um eine solche vermehren, welche die einfachsten und elementarsten Vorgänge der Natur unter einen gleichmässig damit verbundenen Empfindungsprocess stellt.“ Man könnte meinen, dass man mit derartigen Betrachtungen an die trügerischen Abgründe der Speculation geleitet würde; wenn wir aber, um bei den Organismen zu bleiben, von den durch die Lust- oder Unlustempfindungen geleiteten Aeusserungen des höhern Bewusstseins des Menschen und der höhern Thiere immer tiefer hinabgehen, bis wir bei den einfachsten Protoplasmageschöpfen alle Reaction auf äussere Reize sich in kaum wahrnehmbare Bewegung verlieren sehen, so ist klar, dass hier weder von einem Bewusstsein, noch von einem Willen die Rede sein kann. Wir können da den Begriff der zu den Bewegungen anregenden Lust- oder Unlustempfindungen nicht loslösen von den Elementareigenschaften der Materie, wie wir dies im Gebiete der höhern Thiere zu thun gewohnt sind[5].

Ganz in diesem Sinne hat schon vor mehreren Jahren einer der genialsten Sprachforscher, der leider schon dahingegangene Lazarus Geiger gesagt[6]): „Aber wie, wenn weiter hinab, wenn jenseit der Nervenwelt eine Empfindung vorhanden wäre, die wir nicht mehr verstehen? Und es muss wol so sein. Denn so wenig wie ein Körper möglich wäre, den wir fühlen, ohne dass er aus Atomen bestände, die wir nicht fühlen; und so wenig wir eine Bewegung sehen könnten, wenn sie nicht von Lichtwellen begleitet wäre, die wir nicht sehen: ebenso wenig würde in einem complicirten lebendigen Wesen eine Empfindung zu Stande kommen, so stark, dass wir sie infolge der Bewegung, durch die sich äussert, mitempfinden, wenn nicht in den Elementen, in den Atomen etwas Aehnliches, nur weit Schwächeres vor sich ginge, was sich uns entzieht. Man bedenke nur, dass wir ebenso wenig wissen können, dass der fallende Stein nichts empfindet,

als dass er empfindet: es steht uns also die Entscheidung nach der Seite der grössern Wahrscheinlichkeit, der Erklärlichkeit des Weltganzen, völlig offen."

Wir haben die Grenzen, welche sich die Naturforschung zieht, begangen. Weit gefehlt, dass das Organische sich als ein unbegreifliches Etwas vor uns aufrichtete, ladet es vielmehr zur Ergründung seines Wesens ein und verspricht noch Licht zurückzustrahlen auf die Welt des Unlebendigen. Wir dürfen nun den Rundgang durch einen grossen Theil der lebendigen Natur antreten, bei dessen Beendigung wir zu demselben Resultate gelangt sein werden, welches sich auch dem Sprachforscher — wir citiren nochmals seine Worte — mit unumstösslicher Gewissheit aus historischen Betrachtungen ergeben: dass der Mensch aus einer niedrigern, thierischen Stufe emporgestiegen sei.

II.

Die Thierwelt in ihrem gegenwärtigen Bestande.

Um der Descendenzlehre näher zu treten und das Bedürfniss nach derselben vorzubereiten, haben wir uns vorgenommen, zunächst einen Haupttheil ihres Objectes, den gegenwärtigen Bestand der Thierwelt in allgemeinen Zügen uns vorzuführen. Die Organismen unterscheiden sich von den unbelebten Körpern, wie jedem Auge auffällt, durch eine gewisse Veränderlichkeit des Daseins, eine Aufeinanderfolge und einen Wechsel von Erscheinungen, welche an die ununterbrochene Aufnahme und Abgabe von Stoffen gebunden sind. Die Theilchen, an welchen die Umwandlungen, in letzter Instanz Molecularbewegungen, daher berechenbar, bestimmbar, der Untersuchung zugänglich, ablaufen, befinden sich im Zustande der Quellung, das heisst, sind durchtränkt mit Wasser und wasserhaltigen Flüssigkeiten, und dieser, obwol eigenthümliche, doch rein

mechanische Zustand reicht aus, um die Nothwendigkeit einer Reihe von Erscheinungen des Lebens zu erklären und zu verstehen. Die Erfahrung lehrt, dass diese Quellbarkeit und Beweglichkeit wesentlich an den Verbindungen des Kohlenstoffs haftet, und eben die Summe jener Bewegungen und Umsetzungen, von denen ein grosser Theil schon der mathematisch sichern Erforschung zugänglich gewesen, wird Leben genannt. Man kann sich nun des Eindruckes gar nicht erwehren, dass es einfache und zusammengesetzte, niedere und höhere Lebewesen gibt; auch fühlt man mehr, als dass man ihn in Worte fassen kann, einen gewissen Gegensatz zwischen Pflanze und Thier. Poetisch aufgefasst ist die Pflanze der passive Organismus, wie ihn Rückert schildert:

Ich bin die Blum' im Garten
Und muss in Demuth warten,
Wann und auf welche Weise
Du trittst in meine Kreise.

Der Gegensatz der duldenden, in sich gekehrten Pflanze zu dem seiner Haut sich wehrenden, handelnden Thiere verliert aber an Schärfe, je tiefer wir die Stufenleiter beider Reiche hinabsteigen. Das höher entwickelte Thier bekundet seine Thierheit durch die Lebhaftigkeit, mit welcher es gegen äussere Einwirkungen und Reize reagirt. Die Lebenserscheinungen niederer Thiere werden mehr vegetativen Charakters, und bei vielen Gruppen niederer Wesen, welche Haeckel neuerlich unter dem Namen Protisten zusammengefasst hat, sehen wir zwar die Processe des Stoffwechsels, der Ernährung und Fortpflanzung ablaufen, aber in so einfacher und indifferenter Weise, dass wir diesen Wesen auch eine indifferente Stellung zwischen Pflanzen und Thieren anweisen müssen. Wir gewinnen die Ueberzeugung, dass die Wurzeln von Pflanzen- und Thierreich nicht voneinander völlig gesondert sind, sondern, um im Vergleich zu bleiben, durch Ver-

mittelung eines Zwischengeflechtes unverkennbar ineinander übergehen. In diesem Mittelreiche ist der vielverspottete „Urschleim“ der Naturphilosophen wieder zu Ehren gekommen. Viele tausend Kubikmeilen Meeresboden bestehen aus einem seifig anzufühlenden Schlamm oder Schlick, zusammengesetzt theils aus offenbar erdigen, unorganischen Theilen, theils aus eigenthümlich geformten, ihrem Wesen nach vielleicht noch zweifelhaften Kalkkörperchen (den Coccolithen und Rhabdolithen), endlich, was die Hauptsache, aus einer eiweissartigen Substanz, welche lebt. Dieser lebende Schleim, der sogenannte Bathybius, zeigt nicht einmal Individualität oder Abgeschlossenheit des Einzelwesens, er gleicht den formlosen Mineralsubstanzen, von denen jedes Partikelchen die Merkmale der Gesammtmasse an sich trägt.

Der Begriff des Organismus, als des aus verschiedenen Theilen mit verschiedenen Leistungen oder Functionen zusammengesetzten, unter bestimmter sich entwickelnder Form erscheinenden Wesens, ist unserm Zeitalter noch so anerzogen und inhärent, dass wir uns nur mit grosser Anstrengung in die Vorstellung der absolut formlosen und unbegrenzten oder zufällig und willkürlich begrenzten lebendigen Masse hineinversetzen können. Wer dies nicht kann und will, halte sich an ein anderes einfaches Lebewesen, z. B. Haeckel's „Protamoeba“. Ein Eiweissklümpchen wächst durch Nahrungsaufnahme und Stoffaneignung bis zu einem gewissen Umfange; dann pflanzt es sich fort, indem es sich in zwei Hälften durchschnürt. Für unsere Beobachtungsmittel sind diese und ähnliche Wesen die einfachsten Organismen ohne Organe. Wir lassen jedoch, indem wir die Grenzen der Untersuchung, bedingt durch die unzulänglichen Beobachtungsmittel, betonen, Rollet's Einwurf gelten[7], dass unser Verstand solche homogene Organismen, welche nur vermöge ihrer atomistischen Constitution sämmtliche Lebensfunctionen vollziehen, eigentlich nicht zugeben

kann, dass es sich um den noch gänzlich unbekannten Bau der aus dem Zusammentritt der Atome hervorgehenden Molecüle handle, und dass wir, wenn Brücke sagt: „Wir müssen den lebenden Zellen, abgesehen von der Molecularstructur noch eine in anderer Weise complicirte Structur zuschreiben, und diese ist es, welche wir mit dem Namen Organisation bezeichnen", dass wir diese uns noch unbekannte Zusammensetzung auch den Haeckel'schen Moneren zuschreiben müssen.

Aber diese Complication der Molecularstructur beiseite ist es für die Erforschung der belebten Natur von höchster Wichtigkeit, solche für das bewaffnete Auge und die anatomischen Hülfsmittel einfachste Körper kennen gelernt zu haben. Die Substanz, welche ihnen ihr Gepräge verleiht, findet sich sowol in den Pflanzen als in den Thieren wieder, und Pflanzen und Thiere sind uns nun zwei Klassen von Organismen, in denen die Vorgänge der Selbsterhaltung und der Fortpflanzung durch die Sonderung der ursprünglich homogenen Substanz in verschiedene Formgebilde und Organe nach verschiedenen Seiten hin den Charakter einer höhern Zusammensetzung und Ausbildung angenommen haben.

Da wir noch Gelegenheit haben, uns über die Anfänge des thierischen Lebens und seine Berührungspunkte mit den Protisten und Pflanzen auszusprechen, wollen wir uns aus dem Felde der Grenzstreitigkeiten gleich mitten in die Fülle der Thierwelt versetzen, um sie sichtend und ordnend zu bewältigen. Dem ersten Eindruck der unendlichen Mannichfaltigkeit folgt ein anderer, dass es niedrige und höhere Thiere gibt. Es herrscht darüber voller Einklang. Denn wenn man auch in, für uns ungültiger, teleologischer Betrachtung der Natur jedes Geschöpf an sich vollkommen, d. h. seinem Zweck oder seiner Idee entsprechend, nennen wollte, so nimmt jedermann es als etwas Gegebenes und Selbstverständliches hin, dass eine Werthscala besteht, ohne sich über das Mass, wonach dieselbe

steigt und sinkt, Rechenschaft zu geben. Indessen wird dieser Masstab sich bei einer Vergleichung eines niedern mit einem höhern Thiere bald herausstellen. Greifen wir den Süsswasserpolypen und die Biene heraus.

Das einige Linien lange Thierchen, welches in unsern Gewässern gewöhnlich an Pflanzen angeheftet lebt, ist ein Schlauch, dessen Wandungen aus zwei Zellenlagen, einer Muskellage und einem sogenannten Stützblatt bestehen, welches letztere dem Ganzen Zusammenhalt gibt und einem Skelet vergleichbar ist. Vier bis sechs ebenso gebaute Arme umstehen den Mund. In der Oberflächenschicht des Körpers befinden sich zahlreiche nessende Bläschen, durch deren Berührung die in das Bereich des Polypen gerathenden kleinern Thierchen betäubt werden, sodass er sie leicht als Beute bewältigen kann. Das ist in kurzem der Bau dieses Thieres. Es hat kein Adersystem, keine besondern Athmungswerkzeuge, die Rolle der Nerven und Sinnesorgane wird durch die einzelnen Theile der Oberfläche übernommen. Seine Fortpflanzung bewerkstelligt sich gewöhnlich durch das Hervorsprossen von Knospen, welche gereift abfallen; zeitweise auch durch die Producte sehr einfacher Geschlechtsorgane.

Hiergegen reichen Stunden nicht aus, den Bau einer Biene zu beschreiben. Schon von aussen verspricht ihr vielgegliederter Körper eine reiche Entfaltung des Innern. Ihre Fresswerkzeuge können erst durch Vergleichung mit den Mundtheilen der gesammten Insektenwelt verständlich gemacht werden. Die verschiedenen Abtheilungen des Ernährungskanales werden je von besondern Drüsen begleitet. Das reiche Seelenleben aber, all das von Auffassung der äussern Situation, Verständniss und Berechnung zeugende Treiben wird durch ein höchst entwickeltes Nervensystem und die damit verbundenen, bewundernswerth complicirten Sinnesorgane, namentlich die Augen, ermöglicht. Abgesehen endlich von den aus vielerlei Haupt-

und Nebentheilen bestehenden Fortpflanzungsorganen erfordert die Vermehrungs- und Entwickelungsgeschichte der Biene ein Studium für sich.

Es erscheint uns die Leistung und damit der Rang und Werth des Bienenkörpers um so viel höher, als diejenige des Polypen, als jener zusammengesetzter ist. Die grössere Complication und Mannichfaltigkeit der Theile liegt anatomisch vor, ebenso die höhere Gestaltung des Lebens. Die höhere Energie des Daseins, die Leistungsfähigkeit und die Vollkommenheit der Biene im Gegensatz zur Aermlichkeit des Polypen ist ganz offenbar eine Folge oder richtiger ein Ausdruck der grössern mechanischen und physiologischen Arbeitstheilung. Bei dem einen und dem andern Thiere verläuft das Leben in den Functionen der Selbsterhaltung und der Erhaltung der Art oder der Fortpflanzung, bei beiden ist der Kreis der Erscheinungen ein geschlossener, ein Ganzes, allein die Mittel der Ausführung sind sehr verschieden und darum auch der Gesammteffect. Wir haben aber in der Mannichfaltigkeit und Correlation der für die verschiedenen Lebensäusserungen bestimmten Organe einen Masstab für den Rang der Thiere. Dieser Rang hat einen zweifachen Charakter, einen allgemeinen und einen speciellen. Mit andern Worten: der Platz eines Thieres im System wird einmal bestimmt durch die allgemeinen Eigenschaften, welche es mit den in den Grundzügen der Organisation übereinstimmenden Formen gemein hat, und zweitens durch die speciellern Kennzeichen, welche das Thier innerhalb seiner Stammesverwandtschaft in Reihe und Glied stellen. Eine Einsicht in diese Gliederung des Thierreiches ist natürlich unerlässlich, wenn man die Ursachen derselben prüfen und erkennen will; eine Darlegung davon gehört ganz eigentlich zu unserer Aufgabe.

Seit dem Ausbau der Zoologie durch Cuvier im ersten Drittheil unsers Jahrhunderts hat sich unsere Wissenschaft mit dem schon weit früher von Buffon

eingeführten Ausdruck „Typus“ oder „Grundform“ vertraut gemacht. Von Cuvier wurde nämlich zuerst durch umfassende Zergliederungen und Vergleichungen der Nachweis geliefert, dass die Thiere nicht, wie man früher anzunehmen geneigt war, über einen Leisten geschlagen, nach einer Schablone gebaut seien, sondern dass sie in mehrere grosse Haufen zerfielen, in deren jedem eine eigenthümliche Beschaffenheit, Anordnung und Lagerung der Organe, kurz ein eigenthümlicher Stil zum Ausdruck käme. Man nannte sowol das Ganze dieser charakteristischen Besonderheiten, als die Gesammtheit der hierin vereinigten Arten einen „Typus“ Es herrschen zwar über den Umfang mehrerer dieser Typen oder Stämme, wie wir sie schon jetzt nennen wollen, gegenwärtig noch verschiedene Ansichten, sehen wir aber von den zweifelhaften und vielfach verdächtigen Existenzen ab, die man grösstentheils als „Urthiere“ unter einen Hut bringt, so ist man über die folgende Zahl, weniger über die Reihenfolge der thierischen Typen als über diejenigen Gruppen einig, deren jede eine eigene Physiognomie und besondere Grundzüge des Baues besitzt.

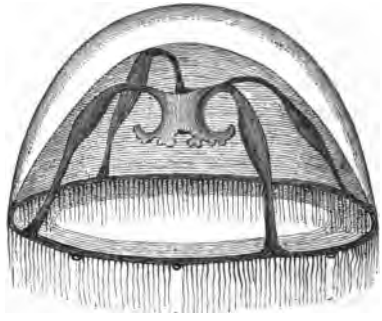


Fig. 2.

Der Stamm der Cölenteraten umfasst die Polypen und Quallen, auch steht ihm die interessante und für den directen Beweis der Abstammungslehre höchst ergiebige Klasse der Schwämme oder Spongien am nächsten. Die Organe dieser Thiere sind fast immer kreisförmig um eine durch den Rücken- und Bauchpol gehende Axe gestellt. Die Höhlung, welche man den

meisten andern Thieren als Leibeshöhle bezeichnet, z. B. beim Menschen der Raum zwischen Darmwand und Leibeswand, mangelt ihnen, dagegen gehen in der Regel vom Magen aus allerlei Kanäle und Fächer, die in gewisser Weise die Leibeshöhle ersetzen. *Fig. 2.* Eine Qualle, Tiaropsis diadema nach Agassiz. Die dunkel schattirten Organe bilden den sogenannten cölenterischen Apparat.

Von den Stachelhäutern sind dem Leser gewiss wenigstens die Seesterne und Seeigel bekannt, deren Gestalt im allgemeinen auch eine strahlige zu sein pflegt. Ausser einer eigenthümlichen Kalkablagerung oder geringern oder stärkern Verkalkung der Hautbedeckungen kommt ihnen als Stammescharakter ein System von Wasserkanälen zu. Von diesen aus werden die Reihen von Bläschen gespeist, welche vorgestreckt und sich ansaugend, als Bewegungsorgane dienen. Cuvier glaubte wegen des vorherrschenden strahligen Baues Stachelhäuter, Quallen und Polypen näher verwandt, und hat sie alle zusammen unter dem Namen Strahlthiere eingeführt; allein diese Aehnlichkeit ist eine nebensächliche, und wenn schon die Anatomie die grosse Verschiedenheit der Cölenteraten und Stachelhäuter aufdeckt, so verweist noch viel entschiedener die Entwickelungsgeschichte unsere Stachelhäuter aus jener Nähe und setzt sie in engere Beziehung zur folgenden Abtheilung.

Mit dieser, den Würmern, hat der Systematiker der alten Schule sein wahres Kreuz, so verschiedenartig gehen sie auseinander, so gross ist der Abstand zwischen niedrigen und höhern Formen, so wenig bleibt nach Abzug der Ordnungs- und Klassenkennzeichen als gemeinsamer Charakter übrig, so buntscheckig endlich ist die Schar vereinzelter kleinerer Thiergruppen und sogar einzelner Arten, welche Einlass begehren in das System der Würmer. Wenn wir ihr typisches Wesen in wenigen Worten auszudrücken versuchen, so kann es etwa damit sein: die Würmer sind mehr oder

weniger gestreckte symmetrische Thiere, welche keine wirklichen Beine besitzen, sondern ihre Ortsbewegungen vermittelst einer mit den Hautbedeckungen eng verbundenen Muskulatur, die oft zu einem wahren Muskelschlauch wird, ausführen. Wir wollen hinzufügen, dass die systematischen Wirrnisse und Schwierigkeiten sich für den Anhänger der Descendenzlehre in Quellen der Erkenntniss verwandeln.

Die Beziehungen des vorigen Stammes zum Typus der Gliederthiere liegen so auf der Hand, dass die „Verwandtschaft" dieser beiden auch von den ältern Zoologen nie angezweifelt worden ist. Schon der Name der einen, höchsten Abtheilung der Würmer, der Gliederwürmer, hat dies Verhältniss bezeichnet. Das Gepräge der Krebse, Spinnen, Tausendfüsse, Insekten besteht darin, dass ihr Körper sich aus scharf voneinander abgesetzten Ringen oder Gliedern aufbaut, an welcher Gliederung die Beine, Fühlhörner und Mundwerkzeuge theilnehmen. Ein getreuer Ausdruck dieser äussern Segmentirung ist die Form des Nervensystems, welches strickleiterartig am Bauche, d. h. unter dem Darmkanal liegt, und nur mit seiner vordersten Schlinge den Schlund umfasst. Das Hervortreten der Gliederung wird dadurch begünstigt, dass durch Ablagerung einer hornigen Substanz die Hautbedeckungen skeletartig erstarren.

Ganz das Gegentheil zeigen die Hautbedeckungen der Weichthiere, unserer Muscheln und Schnecken und der Tintenschnecken. Denn so viele ihrer auch mit schützenden Schalen und Gehäusen versehen sind, diese letztern sind doch nur blosse Absonderungen der eigentlichen Haut, welche weich bleibt, eigenthümlich nass und schleimig infolge der Ausscheidungen zahlreicher darin enthaltener Drüsen, und die Neigung hat, sich in Falten zu legen und eine mantelartige Hülle um den Rumpf zu bilden. Dabei bleibt der Körper mehr oder weniger klumpenhaft, die Eleganz des Gliederthieres, besonders des Insektes ist ihm fremd, es

fehlt ihm eben die Gliederung, und dieser Mangel kommt auch im Nervensystem zum Ausdruck. Es reducirt sich auf einen Schlundring und einzelne kleiner Nervenmassen.

Am leichtesten verständigen wir uns über die Wirbelthiere, den Stamm, dem der Mensch sich untrennbar anschliesst. Wesentlich ist der Theil des innern, knöchernen oder knorpelig bleibenden Skelets, die Wirbelsäule, in welcher der Haupttheil des Nervensystems enthalten.

Es steht also fest, dass die Grundlage der systematischen Eintheilung des Thierreichs durch gewisse hervorstechende Eigenthümlichkeiten der Gestaltung und des innern Baues gegeben wird, und es ist sehr leicht, aus jedem Typus Formen herauszugreifen, um an ihnen die in der systematischen Diagnose zusammengefassten Kennzeichen in aller Vollkommenheit vor Augen zu legen. Hieran reiht sich aber unmittelbar eine weitere Beobachtung, diejenige der Gliederung innerhalb der Typen. Wenn wir oben Polyp und Biene miteinander verglichen und ihnen einen sehr verschiedenen Rang anweisen mussten, so kommt ein Theil dieses Stufenunterschiedes allerdings auf die Stammesverschiedenheit; allein auch die durch die Stammeseigenthümlichkeiten zusammengehaltenen Formen gehen weit auseinander, und die Systematik spricht von niedrigen und höhern Klassen innerhalb der einzelnen Typen, von niedrigen und höhern Ordnungen innerhalb jeder Klasse. Das Urtheil wird hierzu durch dieselben Betrachtungen gezwungen, welche sich uns beim Vergleich von Polyp und Biene aufdrängten. Warum steht die Muschel niedriger als die Schnecke? Weil sie noch keinen Kopf hat, weil ihr Nervensystem nicht so concentrirt und voluminös ist, weil ihre Sinnesorgane mangelhafter sind. Das Baumaterial ist bis zu einem für die Ausbildung des Typus ausreichenden Masse da wie dort vorhanden, in der Schnecke ist es aber mehr entfaltet, und schon der einzige Um-

stand des Aneinanderrückens verschiedener Theile zum Kopf verleiht der Schnecke ein höheres Ansehen. Es ist unnöthig, diese Abstufung innerhalb der Stämme mit mehr Beispielen zu erläutern; der oberflächlichste Vergleich eines Fisches mit einem Vogel oder Säugethiere, eines Schmarotzerkrebses mit dem Flusskrebs oder einem Insekt zeigt, dass, wie die ältere Zoologie sich ausdrückte, die Grundpläne oder „idealen Typen" in sehr ungleicher Weise in den realen Formen zum Ausdruck kommen.

Ein weiteres Ergebniss dieser beschreibenden Forschung ist die baumförmige Gruppirung der Stammesgenossen. Auch das Verhältniss der Stämme zueinander kann man nicht in einer einfachen Linie schematisiren; indessen kam es hier früher mehr auf allgemeine Andeutungen über den Werth des einen zu den andern Typen an. Dagegen war die beschreibende Zoologie schon lange genöthigt, Verwandtschaftstabellen für die systematischen Unterabtheilungen bis auf die Arten hinab nach dem Kriterium der anatomischen Vollkommenheit zu entwerfen, und diese fanden nur in dem Bilde vielverzweigter Bäume ihren Ausdruck. Es traten Aeste hervor, welche nach kurzer Erstreckung endigen, andere sind langgezogen mit zahlreichen Nebenästen, in jedem Ast kommen gewisse eigenthümliche Erscheinungen und Reihen zur Geltung. Man versuche es beispielsweise mit den Wirbelthieren. Schon mit den Fischen kommen wir in grosse Verlegenheit: welche von ihnen sollen wir als die höchsten ans Ende setzen? Wir mögen aber nehmen, welche wir wollen, die Haie oder unsere Knochenfische, die Amphibien schliessen sich nicht linear an, auch geht die verlängerte Astlinie der letztern nicht, wie man denken könnte, in die Reptilien über. Die Vögel ihrerseits setzen scharf gegen die Säugethiere ab; und dieses Spalten und Auseinandergehen erstreckt sich auf alle Unterabtheilungen. Wir haben schematisch darzustellen Familienzweige, Gattungsbündel, Arten-

büschel, und die letztern zerfasern sich in den Unterarten und Varietäten. Mit diesem Bilde der baumförmigen Gliederung des Systems wird man gern noch einmal zur Vergleichung von Gliedern verschiedener Typen hinsichtlich ihres Leistungswerthes zurückkehren. Die Biene an sich ist offenbar ein viel complicirterer Organismus als das niedrigste fischartige Thier, der Lanzettfisch, und wir vergleichen in diesen beiden eine niedere Form eines höhern Typus mit einer höhern Form eines niedern. Variirt und combinirt man diese Art von Vergleichungen und berücksichtigt man die Anknüpfungspunkte der verschiedenen Typen untereinander, auf die wir sogleich hinzuweisen haben, so vervollständigt sich das Bild der systematischen Bäume zu einem grossen Baume, als dessen Hauptäste die Typen hervortreten.

Wären die Systematiker der alten Schule mit der Erschaffung der Pflanzen und Thiere betraut gewesen, sie würden erst die Diagnosen und Kennzeichen festgestellt und dann die Typen und ihre Arten ins Leben gerufen haben; denn ihre grösste Qual ist immer gewesen, dass die Diagnosen so viele Ausnahmen erleiden und dass zunächst die Charaktere der Grundformen ohne absolute Geltung sind. Im grossen und ganzen sind die Polypen strahlförmig; es gibt aber nicht wenige bilaterale oder nach zwei Seiten symmetrische. Die meisten Schnecken besitzen ausgesprochene Mantelfalten, aber von einem Mantel mancher geradezu wurmförmigen Nacktschnecken zu reden, ist mislich. Kopf und Schädel scheint uns doch ein unveräusserliches Merkmal der Wirbelthiere zu sein, aber der Lanzettfisch hat keinen solchen Kopf, sondern nur ein Vorderende. Indessen, kann man einwerfen, er hat eine Wirbelsäule; aber diese, das eigentliche Adelszeichen der Wirbelthiere, ist nebst Gehör und Rückenmark ein, wenn auch nur vorübergehendes Eigenthum der Ascidien, einer Klasse von Thieren, die im ausgewachsenen Zustande auch nicht

im entferntesten an die Wirbelthiere erinnern. Indem wir diese Abweichungen von scheinbar fest fundirten sogenannten Form- und Baugesetzen wahrnehmen, sind wir auf eine offenbare Durchlöcherung des Systems vorbereitet, auf die Verbindungsformen und die Formen von unsicherer systematischer Stellung.

Wenn das Resultat der systematischen Sichtung und Ordnung innerhalb der einzelnen Typen in dem Bilde von Bäumen zusammengefasst werden kann, so verstehen sich die Zwischenformen für die in Baumgestalt angeordneten Glieder der Typen, Klassen, Ordnungen u. s. w. von selbst. Denn wenn das Bild richtig, so müssen in allen Astachseln Arten enthalten sein, von denen sich die in den sich abzweigenden Aesten zu unterst stehenden Arten nur sehr wenig entfernen. Und so kam denn in der That alles Systematisiren darauf hinaus, zwischen je zwei in höherm Grade voneinander abweichende Formen die richtigen Zwischenformen einzuschieben, ja man wurde in manchen Fällen veranlasst, Zwischenformen zu suchen, wo keine sind. Die ältere Zoologie hat immer das Schnabelthier als das den Vögeln am nächsten stehende Säugethier aufgefasst, während der Grund der Vogelähnlichkeit der niedrigsten bekannten Säuger durchaus nicht in der unmittelbaren Verwandtschaft zu suchen ist, sondern in einer entfernten Vetterschaft. Aber nicht auf jene von der Naturgeschichte als ganz selbstverständlich vorausgesetzten Verbindungsformen haben wir hinzuweisen, sondern auf dienigen, welche der systematischen Beschreibung, so zu sagen, unbequem sind und die mit Mühe gewonnenen Grundlagen illusorisch zu machen drohen. Es gibt einige fischartige Thiere, die Doppelathmer (Lepidosiren und Genossen), mit Charakteren der Amphibien. Die Infusorien haben manche Eigenthümlichkeiten der sogenannten Urthiere; andererseits entfernen sie sich von ihnen und weisen auf die niedrigsten Strudelwürmer hin. Ein in un-

zähliger Menge in unsern Meeren lebendes Thierchen, die Sagitta, ist weder ein rechter Wurm noch ein gut legitimirtes Weichthier. Die Klasse der Räderthiere passt weder in das Schema der eigentlichen Würmer, noch in das der wahren Gliederthiere, will aber doch im System untergebracht werden, und wer die Typen als die idealen unveränderlichen Grundformen festhält, kommt in grosse Verlegenheit, wohin er mit seinen Räderthieren soll.

So liessen sich Beispiele über Beispiele dafür anhäufen, dass die strengen Scheidewände des Systems, kaum aufgeführt, auch schon allerorten durchlöchert werden, und zwar im geraden Verhältniss des Anwachsens der Specialkenntnisse. Wie gesagt, musste die beschreibende Naturgeschichte diese Wahrnehmung machen. Sie sprach dann von Ausnahmen und Abweichungen, ohne einen Grund angeben zu können, wie denn die Klassen und Typen ihre Grenzen durchbrechen könnten, ja meist ohne das Bedürfniss, sich von der Hinfälligkeit des strengen Systems Rechenschaft zu legen.

III.

Die Erscheinungen der Fortpflanzung in der Thierwelt.

Zur Signatur des Lebendigen gehört die Fähigkeit, neuem Leben Dasein zu verleihen. Ein Krystall pflanzt sich nicht fort; er kann nur in seine Elementarbestandtheile aufgelöst werden, und diese können im natürlichen Verlaufe der Dinge oder auf künstlichem Wege einer andern krystallinischen Vereinigung zugeführt werden. Das ist aber nicht jene Continuität der Fortpflanzung, welche Individuum an Individuum kettet, nicht die mit dem Nebel des Geheimnisses verdeckte Zeugung. So, scheint es, besteht ein starrer Gegensatz. Allein wenn man den Unterschied zwischen der

belebten und unbelebten Natur als überhaupt nicht absolut erkannt hat, namentlich wenn man die Möglichkeit, ja Nothwendigkeit der Urzeugung oder älternlosen Entstehung der niedrigsten organischen Wesen aus der unorganischen Materie eingesehen, wovon später, wenn man das Wesen der Ernährung und des Wachsthums als lediglich bedingt durch die Quellbarkeit der Materie erfasst, so schwindet auch das Räthselhafte der Fortpflanzung. Die Zeugung ist dann nicht mehr ein mystisches Ereigniss, und die Entstehung eines Organismus in einem oder von einem Organismus, das Ablösen und die Entwickelung der zahllosen Keime lässt sich ebenso, als das Werden eines neuen Krystalls, zergliedern bis auf die nur noch dem geistigen Auge zugänglichen Bewegungen der Elemente. Wir wollen damit sagen, dass die Grenzen der Forschung im Gebiete der Fortpflanzung keine engern und besondern sind. Wir gehen also an die Schilderung des Thatsächlichen der Fortpflanzung und Entwickelung im Thierreich.

Wenn, wie man allgemein zugeben muss, dem höchsten wie dem niedrigsten Leben das wesentlich Charakteristische gemeinsam ist, und nur die Complication der Lebensvorgänge nebst der Mannichfaltigkeit der dieselben bewerkstelligenden Theile die gradweise Verschiedenheit bedingen, so erkennen wir natürlich das Wesen der Lebensprocesse am leichtesten an den einfachsten Organismen. Die einfachsten, von Haeckel entdeckten Wesen, wie Protamoeba, jene eiweissartigen Schleimklümpchen, wachsen bis zu einem gewissen Umfange. Warum derselbe sich in bestimmten engen Grenzen bewegt, und warum bei einem gewissen Umfange des Körpers die Molekeln zu zwei Hälften gravitiren, wissen wir nicht; jedenfalls handelt es sich um Cohäsionsverhältnisse, welche der Berechnung principiell zugänglich sind. Genug, bei einer gewissen Grösse wird der Zusammenhang der Theile in einer mittlern Zone gelockert, das bisherige Individuum wird

seinem Namen untreu und theilt sich in zwei Hälften, deren jede vom Moment der Trennung an ein individuelles Leben beginnt, während vom Anfang der Theilung an ihre Selbständigkeit sich mehr und mehr vorbereitete. Dies ist der einfachste Fall der Fortpflanzung, eine Vermehrung durch Theilung. Dieselbe bleibt aber häufig nicht bei der Halbirung stehen; die die Theilung verursachende Bewegung der kleinsten Bestandtheile setzt sich in der Art fort, dass die Hälften wiederum und die Viertel abermals, und so das Ganze in eine grössere Anzahl von Portionen getheilt wird, und das Mutterwesen sich in einen Schwarm von Sprösslingen auflöst.

Diese Vermehrung durch blosse Theilung der Masse setzt voraus, dass der sich so fortpflanzende Organismus keine hohe Complication an sich trage. Eine Halbirung eines Käfers oder Vogels ist als Mittel der Fortpflanzung nicht wohl denkbar. Jedoch haben uns Stein's vorzügliche Beobachtungen über den Fortpflanzungsprocess der Infusorien Organismen kennen gelehrt, welche weit über jenen einfachen sogenannten Moneren stehen, und deren Theilhälften eine Reihe tief eingreifender Neubildungen durchmachen, ehe sie sich als selbständige Individuen voneinander trennen. Diese mit der Theilung verbundene Umbildung führt zur Fortpflanzung durch Knospung. Wie die Theilung jener niedrigen Organismen von der Erreichung einer gewissen, durch hinlängliche Nahrung bedingte Wachsthumsgrenze abhängt, so tritt nun häufiger der Fall ein, dass das Individuum den Ueberschuss an gewonnenem Stoff an einer bestimmten Stelle des Körpers absetzt und einen Spross oder eine Knospe bildet. Wir kennen Fortpflanzung durch Knospung schon bei den einfachsten Organismen, den Zellen, wie denn überhaupt jede Heilung und Vernarbung höherer Wesen, bis auf die Ergänzung verstümmelter Glieder bei Amphibien, nur durch die auf Theilung und Knospung beruhende Fortpflanzung der elementaren Formbestand-

theile ermöglicht ist. Es liegt aber in der Natur des Knospungsvorganges, dass er in der Stufenleiter der Organismen weit höher als die Theilung hinaufragt; es ist eben die Entstehung eines neuen Wesens an einem schon vorhandenen, wobei das letztere seine Individualität ganz oder zum grössten Theile bewahrt und doch seine Eigenthümlichkeit in vollem Masse auf den Nachkommen übertragen kann.

Der einfachste Fall der Knospung ist der, wenn ein Mutterthier eine oder mehrere Knospen treibt, die jenem gleich sind und auch ihrerseits gleichartige Knospen zeugen. Jede Korallensammlung gibt eine Menge von Beispielen hierfür, und wie das verschiedenartige Aussehen der einzelnen Korallengattungen auf blossen kleinern Modificationen dieser Fortpflanzungsweise beruht. Es gibt aber schon einzelne Korallen, bei welchen man bei aufmerksamer Vergleichung nicht blos zufällige Abweichungen, sondern regelmässig wiederkehrende Verschiedenheiten zwischen Mutter und Spross entdeckt, wie das neulich Semper an Fächer- und Pilzkorallen gezeigt hat. Wir werden damit zu der höchst wichtigen Erscheinung des Generationswechsels geführt, den wir an einigen Beispielen erläutern müssen, noch ehe wir auf das Wesen der geschlechtlichen Fortpflanzung eingehen.

Unser Bild *Fig. 3* zeigt unter *A* ein polypenförmiges Wesen mit gekreuzten Fangarmen, das von seinem Entdecker Dujardin mit dem Gattungsnamen Kreuzpolyp (Stauridium) belegt wurde. Dieses nach Art der Polypen auf einem Stiel festwachsende Thier bildet oberhalb seines untern Armkreuzes Knospen, welche als rundliche Ballen hervortreten, nach und nach Glockenform annehmen und sich ablösen, nachdem sie den Bau und die Form einer Qualle erhalten haben. Die Cladonema radiatum genannte Qualle (*Fig. 3 B*) ist also die Tochter der ihr ganz unähnlichen Mutter Stauridium; sie pflanzt sich auf geschlechtlichem Wege fort und aus ihren Eiern gehen die Stauridien hervor.

Es wechseln also die beiden Generationen miteinander ab; der Kreuzpolyp ist eine Zwischengeneration in der Entwickelung der Qualle, sodass also nie aus dem Ei derselben direct wieder die Geschlechtsgeneration selbst ihren Ursprung nimmt. Wir können denselben, nur etwas verwickelteren Vorgang am Bandwurm erläutern. Es ist bekannt, dass aus dem Darmkanal der mit dem Bandwurm behafteten Individuen einzelne

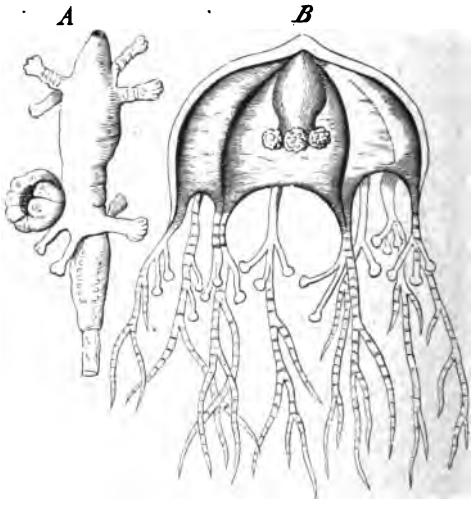


Fig. 3.

sogenannte Bandwurmglieder abgehen, und zwar sind diese Glieder gewöhnlich mit einer so ausserordentlichen Menge von Eiern erfüllt, dass sie als blosse Eierpackete erscheinen. Indessen geht aus der Entwickelungsgeschichte der Bandwürmer und ihren Beziehungen zu andern Würmern, nämlich den Saug- und Strudelwürmern hervor, dass diese Glieder trotz ihrer Unvollkommenheit und des Mangels an Organen den Werth geschlechtsreifer Individuen oder, nach

Haeckel's Bezeichnung, Personen haben. Verhielte sich nun der Bandwurm wie die meisten Thiere, so würden aus seinen Eiern unmittelbar die Gliederindividuen sich entwickeln. Zu diesen aber ist ein weiter Umweg. Ist ein Bandwurmei durch Glück und Zufall in einen ihm zusagenden Magen, z. B. das Ei des Menschenbandwurms, Taenia solium, in das Schwein gerathen, so wandert der Embryo aus dem Magen, wo er das Ei verlassen hat, aus und in die Muskeln ein und schwillt hier zu einer Art von Blase an. Diese Blase ist die erste Zwischengeneration. Sie zeugt eine zapfenförmige Knospe, die jedoch ihren Zweck solange verfehlt, als der „Blasenwurm" oder die „Finne" in dem Schweinefleische bleibt. Erst wenn dasselbe roh oder unvollständig zubereitet in den menschlichen Magen kommt, schlägt die Stunde der Erlösung für jenen Zapfen. Er tritt aus seiner Mutter, der Blase, hervor, letztere geht zu Grunde und der Zapfen, in welchem wir nun den Kopf sammt Hals des Bandwurmgebildes erkennen, stellt eine zweite Zwischengeneration vor. Seine Productivität äussert sich auch alsbald; er verlängert sich und je weiter er bandförmig auswächst, desto deutlicher markiren sich in diesem aus dem Hintertheile des Halses hervorsprossenden Theile Querstreifen und „Bandwurmglieder", also die Individuen der dritten oder Geschlechtsgeneration.

In den besprochenen Entwickelungskreisen lösen sich also ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung einander ab, und wir haben uns, ehe wir noch einige andere Fälle der ungeschlechtlichen Vermehrung besprechen, zuvor mit den Thatsachen der geschlechtlichen Fortpflanzung bekannt zu machen.

Sie ist dadurch charakteristisch, dass es zur Erzeugung des neuen Individuums der Vereinigung zweier verschiedener Producte oder Formelemente, des Eies und des Samens bedarf. Das Ei ist ursprünglich immer eine einfache Zelle (*Fig. 4. o*), deren Kern Keimbläschen, deren Kernkörperchen Keimfleck heisst, und

welche bei vielen Thieren mit einer eigenen Hülle oder Membran versehen ist, bei andern nackt bleibt und dann häufig die wunderlichen Bewegungen des Protoplasma zeigt. Die Eizellen der verschiedenen Thierklassen weichen zwar in ihren mikroskopischen Dimensionen ziemlich voneinander ab, dennoch sind sie für das ganze Thierreich von den Schwämmen und Polypen bis zu den Säugern sammt dem Menschen wesentlich gleich. Erst wenn die primitive Eizelle reichlicher mit Dotter und Eiweis versehen, sich mit besonders dicker und durchlöcherter Schale, wie bei Insekten und Fischen, oder mit einer ganz eigenthümlich geformten Hülle, z. B. bei manchen Strudelwürmern von Gestalt einer doppelt concaven Linse, umgeben hat, treten unwesentliche Unterschiede auf. In der Regel bilden sich die Eizellen in besondern Organen, den Eierstöcken. Der andere Geschlechtsstoff, der Same, enthält als die eigentlich wirksamen Bestandtheile die sogenannten Samenkörperchen (*Fig. 4 s*), welche aus einem punktförmigen oder elliptischen, auch wol hakenförmigen Köpfchen und einem fadenförmigen Körper bestehen. Der Fadenanhang vollführt, solange der Same befruchtungsfähig, schlängelnde Bewegungen, und die Entwickelung der Samenkörperchen aus Zellen, sowie die Vergleichung ihrer Bewegungen mit den schwingenden Bewegungen der Flimmer- und Geisselzellen lässt sie uns gleichfalls als modificirte Zellengebilde erkennen.

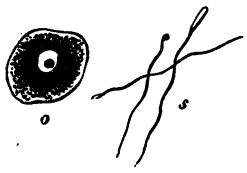


Fig. 4.

Der im vorigen Jahrhundert äusserst erregte Streit zwischen den Evolutionisten und den Epigenesisten hat nur noch ein historisches Interesse. Jene behaupteten, dass entweder im Ei oder im Samenkörperchen schon der ganze künftige Organismus in allen seinen Theilen vorgebildet sei und es also nur einer Ausbildung der unendlich fein vorhandenen Organe bedürfe. Die andern,

welche den Sieg davon trugen, sahen im Ei das noch nicht differenzirte Material, welches infolge der Befruchtung sich in die verschiedenen Formelemente und Organe umzuwandeln habe. Es sind aber kaum zwanzig Jahre her, seit der Vorgang der Befruchtung entdeckt und nachgewiesen wurde, dass mindestens ein Samenkörperchen, in der Regel mehrere oder viele in das Innere des Eies eindringen und sich materiell mit dem Eistoff vereinigen müssen, um eine wirksame Befruchtung herbeizuführen.

Wir wurden durch den Gang unserer Darstellung veranlasst, der ungeschlechtlichen die geschlechtliche Fortpflanzung scharf gegenüberzustellen. Allein auch hier hat die neuere Zeit eine Reihe ausgleichender und vermittelnder Beobachtungen gemacht, welche wir bei unserer Absicht, die Vorbereitungen zur Abstammungslehre zu treffen und den in der organischen Natur überall vorhandenen Uebergang nachzuweisen, nicht ausser Acht lassen dürfen. Es wurden oben solche Fälle des Generationswechsels gewählt, wo die nicht Eier und Samen bereitenden Generationen durch äussere Knospenbildung sich fortpflanzten. Nun ist offenbar psysiologisch kein grosser Unterschied hiervon, wenn die Ablagerung des Materials der Nachkommenschaft nicht nach aussen, sondern in und an bestimmten innern Organen geschieht. Der häufigste Fall dieser ungeschlechtlichen im Innern des Mutterthieres sich vollziehenden Vermehrung ist die Keimbildung. Eins der geläufigsten Beispiele findet im Entwickelungskreise oder dem Generationswechsel der Gattung Doppelloch (Distomum) der Saugwürmer statt. In der Leibeshöhle der einen Larvengeneration entstehen Zellenballen, die Keime, die sich zur zweiten Generation, den Cercarien, entwickeln. Grosses Aufsehen erregte auch die Entdeckung der Keimbildung der Larven einiger zweiflügeligen Insekten (Cecidomyia, Miastor). In der Leibeshöhle der Maden dieser Fliegen entsteht nämlich eine zweite Generation von Maden, deren

Ursprung man anfänglich auf eine reine Keimbildung zurückführte, bis sich ergab, dass diese Keime aus der, bei vielen Insekten schon sehr früh vorhandenen Anlage der Geschlechtsdrüse hervorgingen, also als unbefruchtete Eier betrachtet werden müssten. Die zweite Madengeneration lebt auf Kosten ihrer Mutter, zehrt von deren Fettkörper, vertilgt dann auch die andern Organe, und vom mütterlichen Pelikan bleibt schliesslich nur die Haut als schützende Hülle der dann bald durchbrechenden Töchter übrig. Ohne andere Fälle zu erwähnen, bei denen es zweifelhaft sein kann, ob Keime oder unbefruchtete Eier zur Entwickelung gelangen, wollen wir nur einige von denen hervorheben, wo die Entwickelung ohne Befruchtung völlig sicher gestellt ist. Die Bienenkönigin legt theils im natürlichen Verlauf ihres Lebens regelmässig eine Anzahl nicht befruchteter Eier, aus denen die Drohnen, die männlichen Individuen auskriechen, theils infolge verschiedener Zufälle, wo die Befruchtung nicht stattfinden konnte; und wenn ausnahmsweise Arbeitsbienen, unvollständig entwickelte weibliche Bienen, welche nicht befruchtet werden konnten, Eier legen, so geben diese ebenfalls nur Drohnen. Die höchst interessanten Versuche v. Siebold's über die Fortpflanzung einer Wespe, Polistes gallica, haben gezeigt, dass die überwinterten befruchteten Weibchen, welche im Frühjahr eine neue Colonie gründen, Eier absetzen, aus welchen weibliche Individuen auskriechen, ausnahmsweise Männchen. Diese jungfräuliche Generation erzeugt dann die Eier, aus denen sich die Männchen entwickeln. Bei verschiedenen Schmetterlingen kommen umgekehrt aus den unbefruchteten Eiern nur Weibchen hervor, ebenso bei verschiedenen niedern Krustenthieren.

Kehren wir nun zur Betrachtung der Entwickelungsvorgänge zurück, welche bei der geschlechtlichen Fortpflanzung nach stattgehabter Befruchtung sich zeigen. Allgemein beginnt die Entwickelung mit einem Zellenbildungsprocess, der Furchung oder Keimhautbildung,

nach dessen Beendigung statt der einen primitiven Eizelle eine meist grosse Menge von Zellen als das Material zu Anlage und Aufbau des Embryo vorhanden sind. Auch die ohne Befruchtung parthenogenetisch sich entwickelnden Eier beginnen die Entwickelung mit jener Zellenvermehrung, und selbst die Eier der Thiere, bei denen die Entwickelung nie anders als nach vorhergegangener Befruchtung stattfindet, zeigen, wenn sie in einem gewissen Stadium der Reife nicht zur Befruchtung gelangen, eine unvollkommene Furchung. Bisjetzt ist dieses Verhalten allerdings nur von den Eiern des Frosches und Huhnes nachgewiesen, allein diese Fälle sind hinreichend, um die Furchung des Charakters einer ausschliesslich innerhalb der geschlechtlichen Fortpflanzung auftretenden unvermittelten Erscheinung zu entkleiden.

Schon ehe die wahrhaft classische und grundlegende Arbeit C. E. v. Bär's über die Entwickelungsgeschichte der Thiere erschien [8], hatte sich, auf unvollständige Beobachtungen gestützt, die Ansicht festgesetzt, dass die höhern Thiere in ihren Entwickelungsstufen die Formen der niedrigern durchliefen. Die Naturphilosophie beschränkte sich dabei nicht blos auf die Grenzen der Typen, blieb also nicht bei der Annahme stehen, dass der Säugethierembryo hintereinander Fisch, Amphibium und in gewissem Sinne und nach bestimmter stufenweiser Ausbildung der Organe auch Vogel sei, sondern liess den Embryo auch die niedrigern Typen wiederholen und übersteigen. Dieser sich in vagen Analogien bewegenden falschen Richtung gebot der oben genannte grosse Naturforscher ein Halt. Er zeigte, dass allerdings eine Menge Uebereinstimmungen zwischen dem Embryo der höhern Thiere und der bleibenden Form niederer Thiere sich nachweisen liessen, dass aber diese Aehnlichkeit wesentlich darauf beruhe, dass die Sonderung der allgemeinen Grundmasse im Embryo der höhern Thiere noch nicht eingetreten sei und sich im Fortgange der Entwickelung auf Stufen befinde, welche

für die Reihe der niedern Thiere bleibende seien. Dagegen wies er die Behauptung, dass die Embryone höherer Typen die bleibenden Formen niederer Typen wirklich durchmachten, entschieden zurück. Er sagte, der Typus jedes Thieres scheine sich gleich anfangs im Embryo zu fixiren und die ganze Entwickelung zu beherrschen. Was im besondern dann die Wirbelthiere betreffe, so finde man, je weiter man in ihrer Entwickelungsgeschichte zurückgeht, die Embryonen desto ähnlicher im Ganzen und in den einzelnen Theilen. „Erst allmählich treten die Charaktere hervor, welche die grössern, und dann die, welche die kleinern Abtheilungen der Wirbelthiere bezeichnen. Aus einem allgemeinen Typus bildet sich also der specielle hervor."

Bär fand mithin das Gleichartige nur in den embryonalen Zuständen der verschiedenen Thierformen, musste aber über die Kreise der Typen hinausgehen, und es schien ihm wahrscheinlich, dass unter allen Embryonen, sowol der Wirbelthiere, als der wirbellosen Thiere, die sich aus einen wahren Eie entwickeln, im eigentlichen Keimzustande Uebereinstimmung besteht, zu einer Zeit, wo der Typus noch nicht aufgetreten. Er wurde hierdurch zu der Frage geführt: „Ob nicht im Beginne der Entwickelung alle Thiere im wesentlichen sich gleich sind, und ob nicht für alle eine gemeinschaftliche Urform besteht." [9] „Es liesse sich", meint er schliesslich, „nicht ohne Grund behaupten, dass die einfache Blasenform die gemeinschaftliche Grundform sei, aus der sich alle Thiere nicht nur der Idee nach, sondern historisch entwickeln."

Nachdem die Schranke, welche man früher zwischen der ungeschlechtlichen und der durch die Befruchtung eingeleiteten Vermehrung aufrichten zu müssen glaubte, als ganz unwesentlich erkannt worden, und alle Entwickelung auf Vermehrung und Umwandlung der primitiven Keim- oder Eizelle hinausläuft, musste man im Sinne der ältern Forscher die Zelle als die gemeinschaftliche Grundform betrachten. Wenn aber die

beschreibende Entwickelungsgeschichte auch nicht auf diesen Elementarorganismus zurückgeht, und selbst die Furchung als eine noch zu indifferente Vorbereitung zur eigentlichen Entwickelung ansieht, so sind doch jedenfalls die frühesten wirklichen Larvenzustände aus verschiedenen Typen miteinander zu vergleichen. Die Entdeckungen der letzten Jahrzehnte, die hierauf Bezug haben, sind so zahlreich und es haben sich so auffallende Uebereinstimmungen ergeben, dass man wol

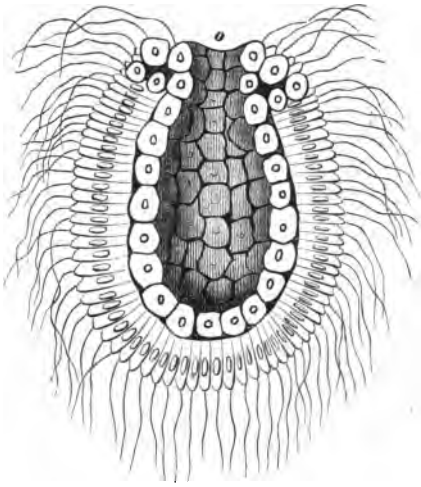


Fig. 5.

viel weiter zu gehen hat, als damals Bär gehen konnte. Es handelt sich nicht blos um jene allgemeinen Uebereinstimmungen in der Sonderung der Gewebe aus einer indifferenten Grundmasse, sondern um solche Homologien in der Anlage, Gestaltung und Zusammensetzung der Embryone und Larven, deren Nachwirkung auch für die spätere eigentliche typische Ausprägung von eingreifender Wichtigkeit ist. Betrachten wir zu diesem Ende die Larve eines Kalkschwammes auf der

Stufe, welche Haeckel als Gastrulastadium bezeichnet hat. Unsere Abbildung gibt den Durchschnitt einer solchen Larve, welche zur Zeit noch nichts anderes ist als ein mit einer Mundöffnung (*Fig. 5. o*) versehener Magen, dessen Wandung aus zwei Schichten oder Lagen von Zellen besteht. Die äussere Schicht der Zellen ist von der innern durch die langgestreckte Form und durch den Besitz der als Bewegungsorgane dienenden Geisseln verschieden. Alle spätere, allerdings hier bei den Schwämmen nicht sehr bedeutende Ausbildung und Differenzirung lässt sich auf Umänderungen dieser beiden Blätter, des Aussenblattes (Ectoderm oder Exoderm) und des Innenblattes (Entoderm) zurückführen. Und dieses Stadium der bewimperten, zweischichtigen, mit der primitiven Magenhöhle und dem Munde versehenen Larve findet sich bei den Cölenteraten, mit geringer Abänderung bei den Stachelhäutern, bei verschiedenen Würmern, der Sagitta, den Ascidien und dem Lanzettfisch. Aus der Uebereinstimmung aller dieser Thiere und besonders der letztern werden wir später wichtige Folgerungen machen können. Legt man aber auf das Vorhandensein der Geisseln der äussern Zellenlage kein Gewicht, wie dies auch nach dem Verhältniss der Geissel zur Zelle gestattet ist, und erkennt man als die wesentliche Bedeutung der Larvenanlage die an, dass aus ihren zwei Blättern die gesammten Organe ihren Ursprung nehmen, so schliessen sich den oben genannten Thieren nicht nur fast die gesammten Gliederthiere, sondern auch die übrigen Wirbelthiere an, indem bei ihnen unmittelbar nach Anlage des Keimstreifens die Spaltung desselben in zwei Zellenlagen oder Blätter erfolgt. Ueber die Entstehung des dritten, mittlern Keimblattes und die Betheiligung der beiden primitiven Blätter an der Bildung desselben sind die Beobachter nicht einig.

Erst von hier an nimmt die Entwickelung der grossen Thiergruppen eine verschiedene Richtung, und es ist das unsterbliche Verdienst v. Bär's, diese Entwicke-

lungstypen unabhängig von der Aufstellung der zoologisch-anatomischen Grundformen Cuvier's bestimmt und damit das Wesen der Typen viel tiefer begründet zu haben. Wir wollen das Gesagte nur an zweien derselben klar machen. Nachdem das Ei der Gliederthiere sich mit einer Keimhaut umgeben, verdickt sich ein Theil derselben zu einem länglichen, einer langgezogenen Ellipse gleichenden Keimstreifen. Derselbe ist die Anlage der Bauchseite des künftigen Thieres. Eine Furche theilt denselben darauf in die beiden Keimwülste und dann kommen Querstriche zum Vorschein, die Grenzen der sogenannten Ursegmente. Die symmetrische Anlage der Organe und die Zusammensetzung des Körpers aus hintereinander liegenden Gliedern ist damit eingeleitet. Alle weitere Entwickelung geht von diesen Ursegmenten aus, welche auch für die höhern Würmer, die Anneliden oder Gliederwürmer massgebend sind, während bei den Gliederthieren im engern Sinne Ausstülpungen und Anhänge dieser Segmente sich zu den Fühlern, Mundwerkzeugen und Beinen entwickeln und durch ihre verschiedenartige Ausbildung in den Regionen des Kopfes und der mittlern und hintern Körperabschnitte die so grosse Mannichfaltigkeit innerhalb des Typus verursachen. In jedem einzelnen Falle sehen wir aus dem mehr Gleichartigen und Indifferenten das Specielle hervorgehen, was auch durch das, obschon weiter vorgeschrittene Stadium, was diese Abbildung *Fig. 6* gibt, belegt wird. Sie stellt den Embryo des grossen schwarzen Käfers (Hydrophilus piceus) von der Bauchseite dar. Noch unterscheiden sich die Fühlhörner (*f*), die drei Paar Mundwerkzeuge (*m*) und die drei Paar Beine (*b*) wenig.

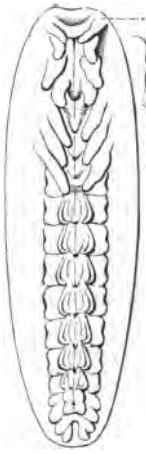


Fig. 6.

Im weitern Verlauf der Entwickelung wachsen die Seitentheile nach dem Rücken zu, in dessen Mitte sie schliesslich zusammentreffen. Man kann daher mit Rücksicht auf die Wirbelthiere sagen, dass die Gliederthiere den Nabel am Rücken haben. Umgekehrt also ist der Entwickelungstypus der Wirbelthiere dadurch charakterisirt, dass die Keimanlage der Rückenseite des Thiers entspricht. Der Anlage der Rückenfurche, welche sich später zum Rückenmarkskanale schliesst, indem sie nach und nach von einer sie von unten her umwachsenden Scheide umgeben wird, folgt die Anlage querer Platten, der Urwirbelplatten. Die nach aussen von diesen gelegenen Seitenplatten wachsen nach der Bauchseite zu und verwachsen endlich im Nabel. An der Stelle der aus gesonderten Wirbeln bestehenden eigentlichen Wirbelsäule befindet sich ursprünglich immer ein knorpelartiger Strang, die Rückensaite (chorda dorsalis), und da von dieser Axe aus die Keimanlage sowol nach oben als nach unten sich zu Röhren, dem Rückenmark nebst Scheide und der Bauchhöle mit dem Darmkanale umgestaltet, so nannte v. Bär diese Entwickelung die doppelt symmetrische. Die Gliederentwickelung war ihm eine einfach symmetrische, und die Entwickelung der Weichthiere bezeichnete er als eine massige. Die Berechtigung liegt darin, dass den Weichthieren jene durch die Gliederung hervorgerufene Streckung und überhaupt die in der Gliederung enthaltene Wiederholung gleicher Theile und Leibesabschnitte, die Metamerenbildung nach Haeckel, ganz fremd ist.

Wir müssen nun nochmals darauf zurückkommen, dass schon die ersten etwas ausgedehnten Beobachtungen der Entwickelungsformen verschiedener Thiere zu der Wahrnehmung führen, dass die Embryone und Entwickelungsstufen höherer Thiere vorübergehend in einer engern Beziehung zu den fertigen und definitiven Zuständen der niedern Thierformen wenigstens desselben Stammes ständen, woraus sich die bestimmte

Vorstellung entwickelte, dass der Embryo der höhern Thiere die bleibenden Formen der niedern Thiere durchlaufe. Nachdem besonders die deutsche Naturphilosophie diese Lehre ziemlich phantastisch ausgebildet und den Menschen als die Summe aller Thiere sowol nach Bau als nach Entwickelung proclamirt hatte, „musste", sagt Bär, „die Lehre von der Uebereinstimmung der individuellen Metamorphose mit der unklaren Metamorphose des ganzen Thierreichs ein besonderes Gewicht erhalten, als durch Rathke's glänzende Entdeckung Kiemenspalten in den Embryonen der Säugethiere und Vögel nachgewiesen und bald darauf sogar die Gefässe dazu aufgefunden wurden." Die Uebertreibungen und falschen Schlussfolgen, die man aus den beobachteten allgemeinen Analogien zog, bei den unklaren Vorstellungen der über dem Ganzen schwebenden und die individuelle Entwickelung beherrschenden Typen, hat Bär in geistreicher Weise gegeisselt. „Um sich zu überzeugen, dass ein solcher Zweifel an dieser Lehre nicht ganz ohne Gewicht ist, denke man sich nur, die Vögel hätten ihre Entwickelungsgeschichte studirt, und sie wären es, welche nun den Bau des ausgewachsenen Säugethiers und des Menschen untersuchten. Würden nicht die physiologischen Lehrbücher Folgendes lehren können? 'Jene vier- und zweibeinigen Thiere haben viele Embryonenähnlichkeit, denn ihre Schädelknochen sind getrennt, sie haben keinen Schnabel, wie wir in den fünf oder sechs ersten Tagen der Bebrütung; ihre Extremitäten sind ziemlich gleich unter sich, wie die unserigen ungefähr ebenso lange; nicht eine einzige wahre Feder sitzt auf ihrem Leibe, sondern nur dünne Federschafte, sodass wir schon im Neste weiter sind, als sie jemals kommen; ihre Knochen sind wenig spröde und enthalten, wie die unserigen in der Jugend, gar keine Luft, überhaupt fehlen ihnen die Luftsäcke und die Lungen sind nicht angewachsen, wie die unserigen in frühester Zeit; ein Kropf fehlt ihnen ganz; Vormagen

und Muskelmagen sind mehr oder weniger in einen Sack verflossen; lauter Verhältnisse, die bei uns rasch vorübergehen, und die Nägel sind bei den meisten so ungeschickt breit, wie bei uns vor dem Auskriechen; an der Fähigkeit zu fliegen haben allein die Fledermäuse theil, die die vollkommensten scheinen, die übrigen nicht. Und diese Säugethiere, die so lange nach der Geburt ihr Futter nicht selbst suchen können, nie sich frei vom Erdboden erheben, wollen höher organisirt sein, als wir?"

Fig. 7.

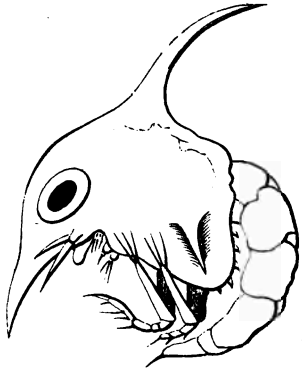


Fig. 8.

Indessen besteht die Thatsache des Parallelismus der individuellen Entwickelung mit der systematischen Reihe, der das Individuum angehört, wofür wir einige leicht zugängliche und überzeugende Beispiele aus den Tausenden auswählen. Die Polypen sind im System immer unter die Quallen gestellt worden; in die Entwickelung vieler Quallen (vgl. *Fig. 3.* S. 38) schiebt sich ein „polypenförmiger" Zustand ein. Der im Mittelmeere sehr gemeine Haarstern (Comatula) ist im ausgewach-

senen Zustande frei beweglich. Dieser definitiven Ausbildung geht eine Stufe der Sesshaftigkeit (*Fig. 7*) voraus, während welcher der Körper auf einem Stiele festsitzt. Das Thier gleicht während der Larvenzeit den zeitlebens festsitzenden Gattungen, welche nach allen Regeln der Systematik und nach ihrem geologischen Auftreten einen niedern Rang in der Reihe der Echinodermen einnehmen. Die Krabben oder kurzschwänzigen Krebse erheben sich durch mehrere Kennzeichen über die langschwänzigen, zu welchen der Flusskrebs gehört. In ihrer Entwickelung gehen sie durch das Stadium der Langschwänzigkeit, wie die Larve (*Fig. 8*) zeigt. Sie werden gerade durch die Verkümmerung des bei den Langschwänzen als Schwimmorgan benutzten Schwanzes für das Laufen, und einige unter ihnen für das Leben auf dem Lande geschickter, indem sie sich gewissermassen einer Bürde entledigen. Eine der systematischen Reihen innerhalb der Wirbelthiere führt durch die Reptilien zu den Vögeln. Wenn nun auch die Vögel, wie sich später ergeben wird, in den ihnen von Bär in den Schnabel gelegten physiologischen Betrachtungen mit Unrecht sich ihres Federkleides dem Säugethier und Menschen gegenüber rühmen, so haben sie es damit doch weiter gebracht als die Reptilien, denn die embryonale Anlage der Feder ist die der Schuppe. Auch das Fussgelenk des Vogelembryo, das wir schon oben (S. 9) kennen lernten, und das sich darin vom Knöchelgelenk der Säuger und des Menschen unterscheidet, dass es nicht zwischen Unterschenkel und Fusswurzel, sondern in die Fusswurzel hinein gelegt ist, findet sich in dem embryonalen Zustande, den es beim Vogel schnell durchläuft, in einem definitiven Zustande beim Reptil. Obwol die Säugethiere nie wirkliche Fische sind, so ist doch in den embryonalen Stufen ihrer Organe viel Fischähnliches; die Embryonalspalten am Halse entsprechen den Kiemenspalten; die Anlage des Gehirns

ist auf das fertige Gehirn der Neunaugen und Haie zurückzuführen u. s. w. Bär begnügte sich seinerzeit, um die Lehre, dass der Embryo die ganzen Thierreiche durchlaufe, zu widerlegen, darauf hinzuweisen, dass er nie aus einem Typus in den andern übergehe. Den andern und wahrscheinlichern Theil der Ansicht, dass wenigstens innerhalb der Typen die höhern Gruppen in ihren embryonalen Stadien die bleibenden Formen der niedern wiederholten, wies er damit zurück, dass es sich um blosse Analogien handle. Es müsse der Embryo, da er allmählich durch fortgehende histologische und morphologische Sonderung sich ausbilde, in dieser Hinsicht mit weniger entwickelten Thieren um so mehr übereinstimmen, je jünger er ist. „Sehr natürlich also, dass der Embryo der Säugethiere dem der Fische ähnlicher ist, als der Embryo des Fisches dem Säugethiere. Wenn man nun im Fische nichts erkennt, als das wenig ausgebildete Säugethier (und das ist eine unbegründete Annahme), so muss man das Säugethier für einen höher ausgebildeten Fisch halten, und dann ist es ganz consequent, zu sagen, der Embryo des Wirbelthieres sei anfangs ein Fisch.“ [10]

Wir sind unserm Vorsatz, in diesem Abschnitte nur Thatsachen beizubringen, etwas untreu geworden. Die Thatsachen sind zu sehr danach angethan, um Reflexionen zu veranlassen; auch haben wir ja die obigen Reflexionen nur als geschichtliche Thatsachen wiederholt, und wir müssen nun fragen, ob sie uns wirklich befriedigen können. Ich glaube nicht. Es ist bei weitem nicht blos allgemeine histologische und morphologische Sonderung, welche die Aehnlichkeit der höhern unfertigen mit den niedrigern fertigen Formen hervorruft. Um nur bei dem einen Beispiel stehen zu bleiben: es ist ganz unbegreiflich, warum die Gehörknochen der Säuger auf dem Umwege der Kiemenspaltenbildung sich entwickeln, wenn es sich um blosse histologische und morphologische Sonderung handelte. Bei der ganzen Klasse der Erscheinungen der unzweck-

mässigen und verkümmerten (abortiven) Organe lässt uns die Erklärung im Stich, und endlich bleibt ja der „Entwickelungstypus“ selbst, wie er die Gruppen beherrscht, die individuelle Entwickelung leitet, sie dort mangelhafter, hier vollkommen ausbildet, etwas Unerklärtes.

IV.

Die Thierwelt in ihrer geschichtlichen, paläontologischen Entwickelung.

Die Beobachtung, dass die Erdrinde von den tiefsten Thälern bis auf die höchsten Gipfel der Gebirge unzählige Thierreste birgt, ist so leicht zu machen, dass schon das Alterthum darauf kommen musste. Aber ein paar Jahrtausende vergingen, ehe man zur richtigen Erkenntniss des Verhältnisses dieser Ueberbleibsel zur Jetztwelt kam. Dass es Naturspiele seien, Producte einer schöpferischen Kraft, die zu keinem eigentlichen Ziele geführt, sondern gewissermassen als Vorübungen für die wirkliche Lebensschöpfung anzusehen seien, meinten die einen; die andern hielten die Versteinerungen zwar für Ueberreste von lebenden Geschöpfen, aber von solchen, welche noch existiren, und welche bei Ueberflutungen und nachmaligem Zurückziehen der Meere ihren Untergang gefunden. Namentlich die Sage von der allgemeinen Sündflut fand in dieser zweiten Meinung eine mächtige Nahrung. Erst als zu Ende des vorigen Jahrhunderts die Schichtung der Erdrinde sich der wissenschaftlichen Erkenntniss öffnete, nachdem durch Kant und Laplace die Grundzüge einer Geschichte des Sonnensystems und einer speciellen Erdgeschichte oder Geologie vorgezeichnet waren, erst damit trat die Möglichkeit und Nothwendigkeit einer wirklichen Paläontologie oder Kunde der vorweltlichen Lebewesen ein. Im Anfang

dieses Jahrhunderts wurde die Entdeckung gemacht, dass die Versteinerungen, entsprechend der Schichtung der Erdrinde, in regelmässiger Folge einander ablösen, und dass sie in dieser Folge sowol von der heutigen Schöpfung als unter einander specifisch verschieden seien.

Wir müssen uns mit der Reihenfolge jener, die Erdrinde zusammensetzenden Blätter bekannt machen. Sie sind die Fächer, in welchen die Pflanzen und Thierreste aufbewahrt liegen. Sie zu ordnen war allerdings nur möglich, indem man sich durch die in ihnen enthaltenen Organismen als Merkzeichen (oder Leitmuscheln) leiten liess. Wir aber nehmen diese Ordnung als etwas Gegebenes und berücksichtigen für unsere Zwecke natürlich nur die Schichten und Gesteine, in welchen Versteinerungen — dieses Wort im allgemeinsten Sinne gebraucht — enthalten sind oder sein könnten, diejenigen nämlich, welche sich als sedimentär, d. h. als Absatz aus Gewässern erwiesen haben. Unsere Kenntniss beschränkt sich auf einen grossen Theil von Europa, zahlreiche Districte von Amerika und vereinzelte Punkte der übrigen Erde.

Die folgende Tabelle gibt, von oben nach unten, die Gliederung der sedimentären Schichtenreihe:

1) Alluvium.
2) Diluvium.
3) Tertiärformation:
   Pliocän,
   Miocän,
   Eocän.
4) Kreideformation.
   Senon,
   Turon,
   Kenoman,
   Gault,
   Neocom (Wealden).

5) Juraformation:
   Oberer, weisser Jura (Malm),
   Mittlerer, brauner Jura (Dogger),
   Unterer, schwarzer Jura (Lias).
6) Triasformation:
   Keuper,
   Muschelkalk,
   Buntsandstein.
7) Permische Formation oder Dyas:
   Zechsteingruppe,
   Rothliegendes.
8) Steinkohlenformation:
   Eigentliche Steinkohlen,
   Flötzleerer Sandstein,
   Kohlenkalk.
9) Devonische Formation.
10) Silurische Formation.
11) Huronische Schieferformation.
12) Laurentische Gneisformation.

Obgleich wir keine Geologie schreiben, wird doch eine kurze Erläuterung dieser Schichten nothwendig sein, da die Art ihrer Entstehung und ihr gegenseitiges Verhältniss auch die Beschaffenheit und Vertheilung der gleichzeitigen Organismen ins Licht setzt. Alle Erdverschiebungen, welche wir jetzt durch Regen, Flüsse und Meer und durch andere Naturgewalten vor sich gehen sehen, und die seit geschichtlichen Zeiten, kurz, in der sogenannten Gegenwart stattgefunden haben, also z. B. die grossen Deltabildungen, die Moränenablagerungen unserer Gletscher, werden dem Alluvium zugerechnet. Man glaubte es früher durch das Auftreten des Menschen gegen das Diluvium abgrenzen zu können; allein da man weder einst noch jetzt über diesen Zeitpunkt etwas gewisses sagen konnte und kann, und da von den Organismen, deren Reste in den Diluvialschichten vorkommen, ein Theil zwar

ausgestorben ist, ein grosser Theil aber noch lebt, so greifen diese beiden Formationen untrennbar ineinander. Dem Diluvium gehören die mächtigen Schotterablagerungen der grossen Ströme an, die mit Sandbänken wechseln, die Lehm- und Lössbildungen als die Schlammabfuhr der einst periodisch kolossal anwachsenden fliessenden Gewässer und der Gletscherabflüsse. Es fällt nämlich in Europa und Amerika in die Diluvialperiode auch eine, wie es scheint, wiederholte Vergletscherung von Ländern und halben Welttheilen, wovon heutzutage Grönland eine Anschauung gibt.

Die Zeit der als Tertiärformation zusammengefassten Schichtenreihe darf als die angesehen werden, während welcher wenigstens die Skelete der heutigen Continente ihren wesentlichen Bildungsabschluss erreichten. In sie fällt nämlich die Aufrichtung und Erhebung der grossen Gebirge, der Cordilleren, Alpen, des Himalaya u. a.; dabei waren die Umrisse der Ländermassen in fortwährender Bewegung. Doch diese letztere Erscheinung geht ja doch durch alle Formationen, und als geologisches Merkmal für die Tertiärformation verdient vielmehr der Beginn der Sonderung der Erdoberfläche in klimatische Zonen hervorgehoben zu werden, die sich den jetzigen Zonen nähern. Die Namen der Unterabtheilungen sollen das Verhältniss der damals lebenden Thiere zur Jetztwelt andeuten, indem im Eocän die ersten mit den heutigen identischen Arten sich finden sollten, mehr im Miocän und noch mehr im Pliocän. Zur Kreideformation gehören sehr verschiedenartige Gesteine, die nur nach ihren Einschlüssen in eine grosse geologische Periode zu bringen sind. Wenn der Quadersandstein der Sächsischen Schweiz für das Centrum von Deutschland die Formation repräsentirt, so gab ihr die weisse Kreide von England und Nordfrankreich den Namen. In Amerika ist der Sandstein vielfach zu losem Sande zerrieben, und anderwärts sind die Schichten rein kalkig oder mergelig. Wie mislich aber die Abgren-

zung der Schichten nach Raum und besonders nach Zeit ist, mag man danach ermessen, dass wir mit allem Rechte von der noch immer vor sich gehenden Kreidebildung sprechen können, wie die Untersuchungen von Carpenter und W. Thompson über die Beschaffenheit des atlantischen Tiefseebodens gezeigt haben. Der frühen Kreidezeit gehört eine grössere Süsswasserablagerung, auch durch Hebungen verursachte Brak- und Sumpfbildung an, die Wealdenformation, welche eine Menge Reste von Süsswasser- und Landthieren nebst eigenthümlicher Kohle enthält.

In sich abgeschlossener erscheinen die Juraschichten, meist regelmässig in deutlichen Absätzen übereinander gelagert, seltener, wie an den Alpen, durch spätere Durchbrechungen aufgerichtet. Schon die Gesteine an sich verrathen, dass der Absatz in weiten, meist ruhigen oder tiefen Meeren stattgefunden, und diese wird durch die wenigen Pflanzenreste und durch die Mehrzahl der in kolossalen Mengen sich findenden Thierreste zur Gewissheit. An der scheinbar sehr scharfen Abgrenzung der Juraformation nach oben und unten fand die ältere Geologie mit ihrer Behauptung, dass verhältnissmässig ruhige längere Perioden mit alles umstürzenden und neu schaffenden Katastrophen abgewechselt, eine Hauptstütze. Uebrigens müssen wir, um einem etwaigen Misverständniss des eben gesagten vorzubeugen, hinzufügen, dass auch die Juraperiode schon grössere, reichgegliederte Continente kannte, wie sich denn auch zeigen wird, dass mit ihr die höhern Landthiere in die Erscheinung traten.

Einen sehr verschiedenen Charakter untereinander zeigen die drei grossen Glieder der Triasformation, wie sie namentlich in Deutschland zur Entwickelung gekommen sind. Der deutsche Theil des Keupers muss nach seinen Einschlüssen als eine Strand- und Buchtenbildung angesehen werden, sein mehrliederiges Aequivalent in den Alpen aber als eine mächtige Ablagerung des hohen Meeres. Auch der in England fehlende

Muschelkalk mit seinen Steinsalzlagern und reichen Ueberresten meerbewohnender Organismen ist eine Meerbildung. Von der Entstehung des von seiner wechselnden Färbung benannten, geschichteten Buntsandsteins mit den zu ihm gehörigen Thonen, Mergeln und oft mächtigen Gipseinschlüssen gewinnt man eine Vorstellung durch unsere gegenwärtigen sandigen Strand- und Dünenbildungen. Wie bei diesen hat sich auch bei der Ablagerung des Buntsandseins sehr spärlich die Gelegenheit gegeben zum Einschluss thierischer und pflanzlicher Reste, aber sehr merkwürdige Fussfährten haben sich erhalten, wie sie noch heute entstehen und bewahrt werden können, wenn die in den feuchten Sand eingedrückten Formen durch feine thonige Bestandtheile ausgefüllt werden, welche von einer benachbarten Uferstelle her von einem Sturme aufgewühlt sich im Wasser vertheilt haben.

Da das verschiedene Aussehen der aufeinander folgenden Horizonte der vorweltlichen Pflanzen und Thiere natürlich ganz wesentlich von der Beschaffenheit ihrer einstigen Wohnsitze abhängt, wie auch die Beschaffenheit der einzelnen Regionen eines jeden Horizontes, sowie jetzt, bestimmend auf den Charakter der in ihnen lebenden Organismen wirken musste, so ist der gelegentliche Hinweis auf solche das Leben in seiner Gestaltung und Mannifaltigkeit bedingende Ursachen hier am Orte. Wir lassen einen Vertreter der Geologie, Credner[11], uns die Verhältnisse der Dyas und der Kohlenformation schildern, um unsern Einblick in das Werden der Erdrinde und in die Abhängigkeit des Organischen von den Gestaltungen des Unorganischen zu vervollständigen: „In Gegenden, wo die carbonische (Kohlen-) Formation typisch entwickelt ist, besteht dieselbe aus einem untern kalkigen (Kohlenkalk), einem mittlern, conglomeratartigen oder sandigen (flötzleerer Sandstein) und einem obern, kohlenführenden Schichtencomplex, also aus einer marinen, einer Strand- und einer Sumpf- und Süsswasserbildung. Die

Ursache dieser Erscheinung kann man sich leicht vergegenwärtigen; sie beruht auf der säcularen Hebung des ursprünglichen Meeresgrundes, auf welchem sich anfänglich der marine Kohlenkalk, später, als dieser an den Meeresspiegel gehoben wurde, das Geröll und der grobe Sand des Strandes und bei fortgesetzter Hebung die Producte der Sümpfe, Lagunen und Aestuarien ablagerten. Ereignete es sich nun, dass einzelne von letztern, also von der productiven Kohlenschichtenreihe bedeckte Partien des jungen Festlandes von der entgegengesetzten Bewegung ergriffen wurden, also sich senkten, so mussten sich auf dem allmählich von neuem zum Meeresgrunde werdenden Boden ganz ähnliche Gebilde, nur gerade in umgekehrter Reihenfolge ablagern, wie bei dem Emportauchen derselben. Und in der That zeigen die Theile der Erdoberfläche, welche kurz nach Bildung der productiven Kohlenformation wieder unter den Meeresspiegel sanken, diese Erscheinung. In Deutschland und England folgt auf die productive Kohlengruppe eine Sandstein- und Conglomerat-, also Strandformation, ganz ähnlich wie der flötzleere Sandstein und Millstone-grit, welcher sie unterlagert, und darauf eine Kalkstein-, Dolomit-, Gipsformation, entsprechend dem untersten Gliede des carbonischen Systems, dem Kohlenkalke. Dieser Zweitheilung wegen, die sich in durchgreifenden paläontologischen und petrographischen Unterschieden äussert, bezeichnet man die derartig entwickelte und gegliederte Formation als Dyas. Die einzelnen Stadien dieses Cyclus von Vorgängen, aus denen die carbonische und dyassische Formation hervorging, sind demnach (von oben nach unten gelesen):

5) Tiefsee	Marine Gebilde	Kalkstein	Meeresthiere	Zechstein	
4) Senkung unter das Meer	Strandgebilde	Conglomerate und Sandstein		Rothliegendes	Dyas
3) Stillstand	Süsswasser- und Sumpfgebilde	Kohlenführende Schichten	Landpflanzen	Kohlenführendes Rothliegendes und Productive Kohlenformation	
2) Hebung über das Meer	Strandgebilde	Conglomerate und Sandstein		Flötzleerer Sandstein Kulm	Carbon. Formation.
1) Tiefsee	Marine Gebilde	Kalkstein	Meeresthiere	Kohlenkalk	

Es wird aus dieser Darstellung auch klar, dass bei unvollständiger Hebung, wie sie in Nordamerika stattgefunden, die Bildung der Mittelperiode gestört wird oder ganz in Wegfall kommt, und dass es von localen Ursachen und der Dauer der Oscillationen abhängen kann, wenn, wie in der der deutschen Dyas entsprechenden russischen Permformation die Grenzen der Unterabtheilungen mehr oder weniger verwischt sind.

Die beiden, über 3000 und 6000 Meter Mächtigkeit erreichenden Schichtenreihen unter der Steinkohlenformation, die devonische und die silurische Formation, sind die untersten, also die ersten, welche das Gepräge ihrer Entstehung als Absätze aus dem Meere deutlich an sich tragen. Man fasste früher beide Gruppen auch unter dem Namen Uebergangsgebirge oder Grauwackenformation zusammen. Auch in ihnen wechseln sandige, thonige und kalkige Gesteine miteinander ab unter Abänderungserscheinungen schon localer Natur, aus denen gegen die Periode der Kohlenformation hin die ersten Anfänge continentaler Hebungen hervortraten.

Auch die Granite, Gneise und Schiefer, welche als „Urgebirge“ und „primitive Formationen“ vor dem Silur entstanden, sind in ihrer Hauptmasse Sedi-

mente aus heissen oder sehr warmen Urmeeren, welche infolge von Druck und Hitze mannichfaltige innere Umgestaltungen erlitten haben. Man hat sie bis in die neuere Zeit auch die azoische, keine Lebensreliquien enthaltende Gruppe genannt, bis die Entdeckung des Morgenröthenthieres (Eozoon) und sein massenhaftes Vorkommen in den laurentinischen Schichten von Canada den Forderungen einer nothwendigen Schlussreihe mit der Thatsache entgegenkam.

Mit diesem Eozoon soll nun die Musterung der vorweltlichen Thiere von unten nach oben begonnen werden. Die Reste dieses Wesens bestehen aus einem mehr oder minder unregelmässigen System von Kammern mit Kalkwänden, deren Inneres mit Serpentin oder auch Augit ausgefüllt wurde. Man hat den organischen Ursprung dieser Kalkgehäuse, welche sich am nächsten mit den Schalen der Foraminiferen vergleichen lassen, leugnen wollen. Allein erneuerte Untersuchungen bestätigen, dass zwar bei der grössten Masse des Eozoongesteins, das in mächtigen Schichten vorkommt, die Umänderung das Erkennen der wahren Natur des Körpers fast ganz oder ganz unmöglich gemacht hat, dass aber dazwischen Stücke mit ausgeprägter Kammerung und einer den Foraminiferen eigenthümlichen Röhrenstructur vorkommen, welche eine andere Deutung als die auf ein niederes, den Foraminiferen ähnliches Lebewesen ausschliessen. Das ist von grösster Tragweite, weil die Fülle von Leben, welche in den silurischen und devonischen Schichten angetroffen wird, eine vorausgegangene unmessbar lange Zeit voraussetzt, während welcher auch schon das Leben existirte und nach und nach zu jener Menge der Silurperiode anschwoll. Wir kennen aus derselben

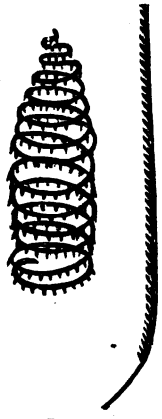


Fig. 9.

nur spärliche Reste von Seepflanzen und nur Seethiere, diese aber in solcher Mannichfaltigkeit und Formenmenge, dass wir schon daraus auf das Vorhandensein von Küsten, seichten oder tiefen Meeresdistricten, eine Reihe geographischer Verhältnisse schliessen müssen, von denen wir die Mannichfaltigkeit und Tracht der Lebewesen abhängig sehen. Neben zahlreichen Formen von Korallen, welche sich enger an noch lebende Familien anschliessen, finden wir die ganz eigenthümliche Gruppe der Graptolithen (*Fig. 9*), welche zwar keine eigentlichen Polypen sind, sich aber den sogenannten Quallenpolypen am nächsten anreihen dürften und damit den Schluss zulassen, dass damals auch schon die Erscheinung der höhern Formen der Cölenteraten, der Quallen, sich vorbereitete. Die Gliederthiere werden durch die Trilobiten (*Fig. 10.* Trilobites remipes) repräsentirt, eine Krebsform, die an die heutige Gruppe der Blattkiemer erinnert, sich deshalb aber noch nicht näher hat bestimmen lassen, weil bei keinem der vielen Tausende von untersuchten Exemplaren der aus dem Silur und Devon bekannten Formen (etwa 2000) die Beine er-

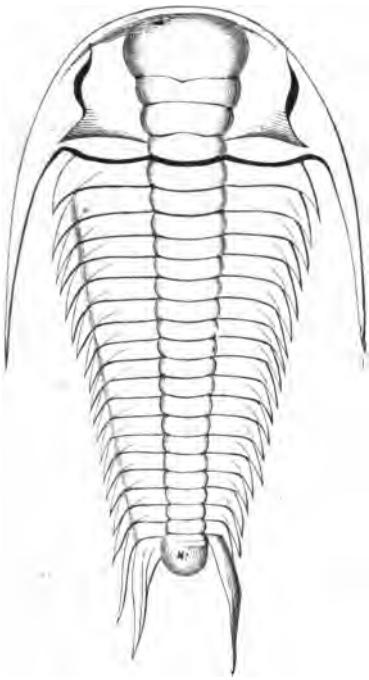


Fig. 10.

halten waren. An diesen Dreilappenkrebsen treten Kopf, Rumpf und Schwanz, sowie die Dreitheilung in der Quere deutlich hervor. Die beiden zusammengesetzten Augen weisen auf eine schon hohe Stufe der Organisation. Die Fähigkeit, sich einzukugeln, welche sie mit mehreren heutigen im seichten Wasser und am Strande lebenden Krebsen gemein haben, und ihr ganzer Habitus lässt schliessen, dass auch sie Küstenbewohner waren. Die Weichthiere waren hauptsächlich durch Armfüsser und Kopffüsser vertreten. Da jedoch auch Zweischaler und Gasteropoden da sind, so ist das Aussehen jener ältesten bekannten Weichthierfauna nur durch das Zahlenverhältniss von der heutigen verschieden, und durch den allerdings sehr wesentlichen Umstand, dass von Cephalopoden sich nur Nautileen fanden. Die Brachiopoden schwellen sehr bald zu ihrer höchsten Blüte an und haben sich dann in sehr vermindertem Umfange bis in die Gegenwart hineingezogen. Von den Muscheln nehmen im Verlaufe der spätern Periode die Dimyarier die Führung, und über die Bauchfüsser machen wir nur die Bemerkung, dass sie in innerer Gliederung und Mannichfaltigkeit gegen die neuere Periode stetig zunehmen, wie denn auch die Land- und Süsswasserbewohner unter ihnen zwar schon vereinzelt aus der Steinkohle genannt werden, aber in Menge und Mannichfaltigkeit erst den Tertiärzeiten angehören. Den Cephalopoden müssen wir uns noch wiederholt zuwenden. Von Wirbelthieren aus dem Silur sind nur Reste eigenthümlicher Fische bekannt, deren Verwandte in den Haien und Rochen zu suchen.

Im Devon oder dem Zeitalter des obern Uebergangsgebirges hatte die Oberfläche der Erde ein freundlicheres Aussehen angenommen, wenigstens stellenweise. Denn von hier sind die ersten Landpflanzen zu verzeichnen. Für den Charakter der Fauna ist die schnelle Abnahme der Trilobiten bemerkenswerth, das Auftreten der wichtigen Cephalopodengattung Clymenia,

an deren Stelle später die Ammoniten rücken, vor allem aber der grössere Reichthum der Fische, die noch immer die alleinigen Repräsentanten der Wirbelthiere sind und in den damaligen Meeren eine unbestrittene Herrschaft führten. Neben den Haien sind die Panzerganoiden. Zwar gehört der Fisch, dessen Hinterende hier abgebildet (*Fig. 11.* Palaeoniscus), erst der obern Kohle und Zechsteinformation an; allein es ist nothwendig, schon jetzt auf die Merkmale der eigentlichen Ganoiden hinzuweisen, die im Silurmeere sich in ziemlich abenteuerlichen Gestalten getummelt haben. Glanzschupper nennt sie Agassiz von den rhombischen, mit einer der Erhaltung sehr günstigen

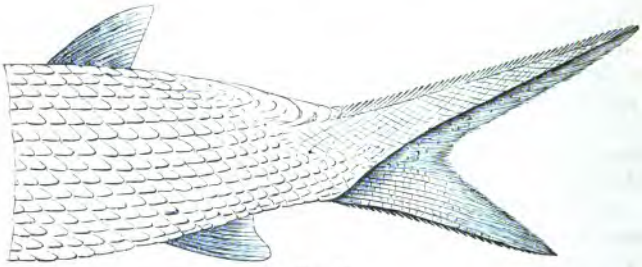


Fig. 11.

Emailschicht versehenen Schuppen, die in schiefen Reihen mit der ganzen Fläche aufgewachsen sind. Die Wirbelsäule geht, wie bei den Haien, in das obere Ende der Schwanzflosse und macht diese auffallend unsymmetrisch. Die Ganoiden sind, wie die vergleichende Anatomie mit Sicherheit nachweist, eine Fortbildung haiartiger Fische, wenn auch nicht gerade zum entschieden Höhern. Aber die Ganoiden haben die Haie zur Voraussetzung.

Die Steinkohlenperiode verdankt ihren Namen der in ihre Mitte fallenden massenhaften Anhäufung der Reste von Landpflanzen, der farnartigen Calamiten,

besonders aber der zwischen den Gefässkryptogamen und Nadelhölzern stehenden Sigillarien und Lepidodendren. Sie bildeten tropische Sumpfwaldungen, wie sie Franz Unger schon vor einigen Jahrzehnten in einer genialen Composition zu restauriren versucht hat. In diesen durch Ausdehnung und Ueppigkeit vor den Anfängen der vorangegangenen Perioden ausgezeichneten heissfeuchten Urwäldern treten auch neue Erscheinungen der Thierwelt auf, Skorpione, Tausendfüsse und Insekten, also luftathmende Gliederthiere, auch die ersten luftathmenden Wirbelthiere. Die letztern, die Froschsaurier oder Labyrinthodonten, haben vornehmlich Amphibiencharaktere, zeigen z. B. mehrere wichtige Eigenthümlichkeiten des Froschschädels, ihre Hautbedeckung aber erinnert an den Schuppenpanzer der Echsen: wir finden Charaktere combinirt, die später an verschiedene Gruppen vertheilt sind. Auch Spuren grosser Seeeidechsen sind da. Diese amphibienartigen Thiere treten aber hier und auch in der Zechsteinformation noch sehr zurück gegen den Reichthum an Ganoiden, der ganz besonders einige Schichten der Zechsteinformation, z. B. den Kupferschiefer charakterisirt. Man lässt der Uebersicht halber nicht unpassend mit dem Zechstein eine grosse Periode der organischen Entwickelung abschliessen, nennt die Formationsreihe vom Silur bis einschliesslich Zechstein die paläozoische und fasst die folgenden, Trias, Jura und Kreide, als mesozoische zusammen.

Verschwunden sind nun die Trilobiten, die Panzerganoiden u. a., und die mächtige Entfaltung der Reptilienwelt gibt dieser mittlern Hauptperiode ihr Gepräge. Die Trias besitzt noch keine echten Knochenfische. Noch herrschen die Labyrinthodonten vor, woneben die schon in der Dyas aufgetretenen Archäosaurus und Proterosaurus durch zahlreichere, sich den echten Reptilien nähernde Formen ersetzt werden. Ein einziger Fund aus dem Keuper hat uns die

ältesten Spuren eines Säugethieres, die Zähne eines raubthierartigen Beutlers geliefert. Schon aus dem petrographischen Charakter der Juraschichten liess sich abnehmen, dass im allgemeinen ihre Zeit der Entfaltung der Thierwelt bedeutend günstiger gewesen sein müsse, als die viel unruhigere Triasperiode, oder dass wenigstens auf eine reichlichere Erhaltung der organischen Reste gerechnet werden könne, denn die Juraschichten sind meist ungestört verlaufene Ablagerungen. Und so ist es auch. Die bisher fast ohne Feinde die Meere beherrschenden Haie und Ganoiden fanden die ihnen überlegenen Gegner in den echten Meerechsen oder Enaliosauriern, namentlich den Ichthyosauren und Plesiosauren. Der Kopf ist eidechsen- und krokodilartig, die Wirbel fischähnlich, und ihre Extremitäten erinnern ebenfalls, wie Gegenbaur gezeigt, an die einfachere Flosse der Haie. Auch lassen ihre versteinerten Kothballen auf eine sehr eigenthümliche Beschaffenheit des mittlern Theiles des Darmkanals mit völliger Sicherheit schliessen. Sie besassen einen Spiraldarm, gleich den Haien und verwandten Fischen. Diese Thiere sind also nicht blos wegen ihrer auffallenden äussern Erscheinung und der ihnen zufallenden Rolle im Haushalte der Natur merkwürdig, sondern, wie die Froschsaurier, als Mischformen und als Verbindungsformen der Reptilien und Fische. Ausser ihnen sind aus der Meeresfauna die massenhaft auftretenden Ammoniten hervorzuheben, neben den Nautiliten die zweite Hauptform der ehemaligen Cephalopoden, deren Studium in neuester Zeit zur Entscheidung der wichtigsten Punkte unserer Wissenschaft sehr wesentlich beitragen zu sollen scheint. Aber neben ihnen wuchert auch schon die Artenmenge der aus der Trias stammenden Belemniten auf. Sie sind die erwiesenen Vorläufer der jetzt das Uebergewicht habenden zweikiemigen Cephalopoden. Auf den dem weissen Jura angehörigen Kalkplatten von Echstädt und Solnhofen sind auch die wie Zeichnungen aus-

sehenden Abdrücke von Medusen erhalten, welche zeigen, dass diese Klasse schon damals die noch bestehende Ausbildung erreicht hatte.

Auch die Landfauna der Jurazeit ist um neue Gestalten und Gruppen reicher geworden. Wir finden die ersten wahren Krokodile, Schildkröten und die auffallendste Variation des Eidechsentypus, die Flugechsen oder Pterodaktylen. Man kann aus ihren wohlerhaltenen Skeleten entnehmen, dass ihre Flughaut zwischen der vordern und hintern Extremität ausgespannt war, hinten ähnlich wie bei Fledermäusen sich bis zum Fuss erstreckte, vorn aber durch die Verlängerung des kleinen Fingers eine entsprechende Ansatzlinie erhielt. Auch ein erster und einziger Vogel ist in den berühmten Lagerstätten der Flugechsen, in den lithographischen Schiefern von Solnhofen in Baiern gefunden (Archaeopteryx lithographica). Die auffallendste Eigenthümlichkeit dieses an den genauesten Federabdrücken erkennbaren Vogels ist der lange mit zwei Reihen steifer Federn besetzte Schwanz. Leider ist der Kopf zur Unkenntlichkeit zerquetscht. Auch die oben schon signalisirte niedere Ordnung der Säuger, die Beutelthiere, war da, wie die Funde aus dem mittlern Jura Englands und dem obern Jura der Purbekschichten zeigen.

Merkwürdigere Zwischenformen als Archaeopteryx sind die vogelartigen Thiere der Kreide, welche durch sanduhrförmige Wirbelkörper sich direct an die Seesaurier des Jura anschliessen, auch Zähne besitzen, welche übrigens vielleicht auch dem Archaeopteryx zukommen. Später mehr von diesen Wesen, welche eine bisjetzt sehr empfindliche Lücke ausfüllen. Es fällt in diese neue Periode die grösste Blüte und das Aussterben der Ammoniten mit vorausgehendem Stadium von Krüppelformen, als welche man die Turrilites, Scaphites, Baculites u. a. ansieht. Auch die Blüte der grossen Seeeidechsen ist vorüber, aber die Sümpfe der Wealdenzeit beherbergten neue Formen von

von mächtigen Landeidechsen. Zu den langschwänzigen Krebsen treten die Krabben, die am höchsten entwickelten Formen der Klasse. Auch fällt in Jura und Kreide die Hauptblüte der seeigelartigen Echinodermen. Wir haben die Klasse der Stachelhäuter bisher noch gar nicht erwähnt, um hier im Zusammenhange einige wichtigere Phasen ihres geologischen Erscheinens hervorzuheben. Ein ausgezeichneter Kenner dieser Klasse, Desor*), hat kürzlich untersucht, wie in jener grössern Gruppe der Seeigel sich allmählich der Fortschritt der Organisation geltend macht, bei welcher Gelegenheit er einige allgemeine Betrachtungen über das Princip der Vervollkommnung der in ihren Repräsentanten als Seesterne und Seeigel unsern Lesern wol allgemein bekannten Stachelhäuter anzustellen veranlasst war. Wenn sowol das Gliederthier, als das Wirbelthier mit dem Ungleichwerden der hintereinander liegenden Leibesabschnitte eine höhere Stufe erreichen, so tritt die grössere Einheit und damit Vervollkommnung des Echinodermenkörpers ein, indem die Strahlen oder die sogenannten Antimeren zurücktreten unter die Einheit des Ganzen. Je deutlicher diese Elemente, d. h. je selbständiger sie bleiben, desto niedriger ist, wie das Gliederthier, so auch das Echinoderm. Danach nehmen die Seesterne, theilweise auch die Haarsterne oder Crinoideen, den untersten Rang ein. Es verlässt uns jedoch auch leider hier die paläontologische Ueberlieferung. Nur steht so viel im allgemeinen fest, dass in den ältern versteinerungführenden Schichten beide Abtheilungen reich vertreten sind. Auch eine höchst merkwürdige und wichtige Zwischenform aus dem obern Silur von Dudley ist bekannt (Eucladia Johnsoni), um so wichtiger, als bisher nur wenige Uebergangsformen der Ordnungen ineinander aufgefunden sind. Das Verhältniss der

*) Bulletin de la société des sciences naturelles de Neufchatel. IX. 2.

Seesterne zu den Seeigeln ist noch unklar. Dagegen liegt die Brücke von den Haarsternen zu den Seeigeln ziemlich deutlich vor. Die eigentlichen Crinoideen sind festsitzend, und ihnen schliessen sich in der Steinkohlenformation die nicht mehr festsitzenden Cystideen und Blastoideen an, wozu sich die mehr den Seeigeln gleichenden Tesselleen gesellen. Nun sind Dyas und Trias noch arm an echten Seeigeln, sehr reich dagegen der Jura, und in dieser grossen Periode vollzieht sich langsam und Schritt für Schritt zu verfolgen vom ältesten Juragebilde an, dem Lias, bis zum Korallenkalk die Umgestaltung der Seeigel zu einer ausserordentlichen Mannichfaltigkeit. Anfänglich herrschen die Cidariden vor; zu ihnen treten im Oolith die Echinoconiden und Cassiduliden. In den spätern Stufen des obern Jura ist die schärfere Trennung der Arten das Charakteristische. Desor weist nach, wie diese Entfaltung mit zeitweiligem Stillstande mit der jeweiligen Beschaffenheit des Meeresbodens zusammenhängt. „Das Gesetz des Fortschrittes", sagt er, „zeigt sich in dem Umstande, dass es die niedrigsten unter den Echiniden sind, die Regularien und Endocycliken, welche sich zuerst zeigen, anfangs unter der Gestalt der Tesselleen, dann unter derjenigen der Cidarideen, während die vollkommensten der Spatangiden, mit am deutlichsten ausgeprägter zweiseitiger Form, zuletzt erscheinen. Zwischen diesen Extremen finden wir eine Menge von Gattungen und Gruppen, die sich voneinander nur durch Nuancen unterscheiden, sodass bei zwei zusammenhängenden Gattungen es oft schwer, ja unmöglich ist, anzugeben, welche die vollkommnere. Die Vervollkommnung zeigt sich erst in der Gesammtheit, aber im concreten Falle ist sie meist nicht nachzuweisen." Auch noch in der Kreide dominiren die Seeigel. Einige neuere Entdeckungen seeigelartiger Thiere mit weich und biegsam bleibenden Hautbildungen bestätigen, was theoretisch höchst wahrscheinlich war, dass aus ihnen in den neuern Perioden die am

höchsten stehende Ordnung der Holothurien oder Seegurken hervorgegangen, und somit fügt sich auch die Abtheilung der Stachelhäuter der allgemeinen Erfahfahrung des Aufsteigens von den niedrigern und indifferenten zu den höhern Formen.

Mit der Tertiärzeit bricht die noch gegenwärtige Gestaltung der Dinge hervor. Palmen und Laubhölzer kennzeichnen die Vegetation. Auch die Thierwelt ist von den ältern Abschnitten der Tertiärperiode an bis zur Gegenwart im wesentlichen dieselbe geblieben, wie im Kapitel über die geographische Verbreitung näher auseinander gesetzt werden soll. Waren es in der ältesten Formationsreihe die Fische, in der mittlern die Reptilien, welche aus der Lebewelt als Repräsentanten der höchsten Entwickelung hervortreten, so überwältigt nun, wo die Continente, freilich noch unter mannichfachen localen Schwankungen, sich der jetzigen Configuration nähern, der Eindruck der Säugethiere. Unter dem Einfluss von Hebungen und Senkungen, mehreren Eisperioden, dem immer schärfern Hervortreten der klimatischen Zonen fanden öftere Dislocirungen innerhalb der Pflanzen- und Thierwelt statt und Specialisirung und Weiterentwickelung. Wie erwähnt, wird der Verlauf der Untersuchungen hierauf zurückführen. Zu der Zeit der Geologie, wo man an die strenge Trennung der Entwickelungsperioden der Erde und die scharf geschiedene Aufeinanderfolge ihrer Zeugen, der Schichtensysteme glaubte, stellte man den Begriff des Fossilen dahin fest, dass, was vor dem Erscheinen des Menschen an der Schwelle der Alluvialzeit gelebt habe, fossil sei. Es hat sich ergeben, dass das Dasein des Menschen ein weit älteres, dass Arten und Geschlechter, welche die Wiege der Menschheit umgaben, ausgestorben, dass sie also, wie z. B. der Mammuth, nur für uns, nicht für unsere diluvialen Vorfahren, fossil sind, während andere zahlreiche Thierformen, die schon vor dem Menschen existirten, sich bis in die Gegenwart erhalten haben. Im ganzen

gehen von der Tertiärperiode an die pflanzenfressenden Säugethiere den Fleischfressern voran. Die Affen erscheinen erst kurz vor dem Menschen.

Trotz vieler Lücken des paläontologischen Befundes ist der Fortschritt in der Entwickelung des Organischen, die Pflanzenwelt eingerechnet, offenbar. Kein fossiles Thier steht im Widerspruch mit dem System. Im Gegentheil finden durch die vorweltlichen Thiere die mannichfachsten Ausgleiche und Vermittelungen statt. Wenn z. B. die heutigen Dickhäuter sich von den Wiederkäuern scharf abheben, so wird zwischen ihnen durch die ausgestorbenen Formen eine ununterbrochene Brücke hergestellt. Wenn uns die Gegenwart nur einzelne zerstreute Gattungen der Zahnlosen zeigt, weist die Diluvialzeit deren eine ziemliche Fülle in weit grösserer Formenmannichfaltigkeit auf. Sowol in den Typen, wie in den Klassenabtheilungen schreitet also das System von den ältern zu den neuern Perioden fort, wobei die ältern Gruppen allmählich anschwellen und dann abnehmen, indem neuere vollkommnere oder specifischer ausgebildete Formen sich einschieben. Jene verschwinden entweder ganz oder überdauern die neuern Perioden bis in die Gegenwart hinein in spärlichen Resten. Die Formationen haben zwar meist ihre charakteristischen Organismen, aber fast überall sind schon die verbindenden Glieder nachgewiesen. Alles zeigt darauf hin, dass es sich um Evolution, nicht um Revolution handelt. Wo scheinbar ein plötzlicher Abschnitt, verhält es sich doch, wie bei den Revolutionen der Menschengeschichte, in welchen auch nur längst vorbereitete, pragmatisch nothwendige Reformen zum beschleunigten Durchbruch kommen.

Fasst man das Ergebniss der Vergleichung der fossilen Thierwelt mit der lebenden zusammen, so stellt sich erstens eine Uebereinstimmung zwischen den zeitlich aufeinander folgenden Stufen und den jetzt nebeneinander befindlichen Gliedern des Systems heraus. Zweitens aber, wenn jenes constatirt ist, folgt von

selbst der Parallelismus zwischen der geologischen Aufeinanderfolge der Thiere und den Stufen der individuellen Entwickelung der heutigen Thiere. Schon Agassiz hat in seinem grossen Werke über die fossilen Fische diese Thatsache schlagend hervorgehoben und sie in seinen spätern Schriften bis zu den Untersuchungen über Entwickelung und Wachsthum der Korallen durch neuere werthvolle und überzeugende Beobachtungen bestätigt. Dieselben Beispiele, welche im vorhergehenden Abschnitt zur Erläuterung des Parallelismus der individuellen Entwickelung mit der systematischen Stufe dienten, können hier wiederholt werden, viele neuere höchst frappirende haben die speciellen Untersuchungen des letzten Jahrzehnts zu Tage gefördert. Agassiz hat für dieses Verhältniss den Ausdruck „embryonische Typen" oder „embryonische Repräsentanten" eingeführt. So sind also die gestielten Haarsterne embryonische Typen der heutigen Gattung Comatula, die ältesten Seeigel die embryonischen Repräsentanten der höhern Familien der Clypeastriden und Spatangoiden, das Mastodon seiner bleibenden Backzähne halber der embryonische Typus des vorübergehend solche Zähne besitzenden Elefanten. Verbindet man mit dem Worte weiter nichts, als die unklare Vorstellung „der Thätigkeit eines und desselben schöpferischen Geistes durch alle Zeiten und über die ganze Erdoberfläche"[12], so ist damit kaum etwas für das Verständniss gewonnen. Lassen wir uns lieber mit Rütimeyer in seinen schönen Untersuchungen über die fossilen Pferde[13] durch solche und ähnliche Thatsachen „auf einen engen Zusammenhang der Entwickelungsstadien des Individuums mit denjenigen der Species aufmerksam machen", d. h. auf einen natürlichen Zusammenhang. Alle, welche durchaus des persönlichen Gottes in der fortlaufenden Schöpfungsgeschichte bedürfen, ziehen aus jenen Thatsachen keinen andern Schluss, als dass ihr Gott die Laune gehabt, anfänglich unvollkommene, später immer voll-

kommnere Organismen hervorzubringen und in der Entwickelung der letztern Erinnerungen an die vorhergehenden anzubringen.

So werthlos wie die Formel der embryonischen Typen ist eine andere, welche Agassiz für solche Bildungen erfunden, wo bei einzelnen fossilen Gruppen mechanische und physiologische Effecte in unvollkommnerer Weise erreicht werden, wofür bei später auftretenden Organismen durch andere ausreichendere und vollkommene Einrichtungen gesorgt ist. Es sind seine „prophetischen Typen". In diesem Verhältniss soll z. B. die Flugeidechse (Pterodactylus) zum Vogel stehen. Dient dieses Wortspiel aber etwa zum Verständniss des einen oder des andern? Gibt es überhaupt irgendeine Aufklärung? Kann man sich irgend etwas Vernünftiges dabei denken, wenn man im Anschluss an die Prophetie der Flugeidechse, das ihr geologisch vorangehende Insekt zu ihrem Propheten, oder den Vogel zum Johannes der Fledermaus macht? Sinn kommt nur hinein, wo der Prophet zum Stammvater wird, woran in diesen Fällen nicht zu denken.

V.

Nochmals der Wunderstandpunkt und die Naturforschung. Schöpfung oder natürliche Entwickelung. Linné. Cuvier. Agassiz. Untersuchung des Artbegriffes

Die Botschaft hör' ich wol, allein mir fehlt der Glaube.
Das Wunder ist des Glaubens liebstes Kind.

Mit diesen Worten Faust's wollen wir uns nochmals ohne Umschweif den Standpunkt des Naturforschers zu einem Gebiet klar machen, in welchem nicht der helle Verstand, sondern die durch farbige Gläser blickende Phantasie, nicht die Logik, sondern die

Gedankenwillkür das Scepter führt, worin die Gesetze der Causalität auf den Kopf gestellt werden, ein Gebiet, auf welchem sich zwar noch recht viele unzweifelhaft ehrenwerthe Menschen heimisch fühlen, das aber im besten Falle zur frommen Selbsttäuschung führt und sehr häufig der Denkträgheit ein Ruhekissen bereitet. Wir müssen mit aller Schneidigkeit und Rücksichtslosigkeit Stellung nehmen, da nach Erörterung des thatsächlichen Befundes der Thierwelt in den drei Beziehungen, des jetzigen Bestandes an fertigen Formen, der Entwickelung der Individuen und der historischen Aufeinanderfolge während der jüngern Perioden der Erdbildung, nunmehr nach jener an der Oberfläche bleibenden Arbeit des Registrirens und Referirens die eigentliche Durchdringung unseres Stoffes beginnen soll. Dieser Fall tritt aber nur für diejenigen ein, für welche das Wunder der Schöpfung schlechthin nicht existirt, wogegen ein Beobachter, welcher auch nur den Schatten eines Wunders, irgendwelche Verrückung des natürlichen Verlaufes der Dinge für möglich hält, seine Wissenschaft der Biologie mit dem früher dargelegten und durch unzählige Specialkenntnisse erweiterten Wissenswerk als abgethan betrachten muss. Wir können also nicht anders, als den Spruch Goethe's: „Der Glaube ist nicht der Anfang, sondern das Ende alles Wissens" so auslegen, dass der Glaube sich mit dem Wissen nicht verträgt, und dass mithin auch der Glaube an eine Schöpfung des Lebendigen mit der Forschung unverträglich ist.

Wenn aber das Leben nicht auf unbegreifliche Weise entstanden sein soll, so muss es sich entwickelt haben. Es hat lange Jahrzehnte gedauert, ehe dieser Gedanke mit seinen Folgen durchbrechen konnte, und um die Hartnäckigkeit zu begreifen, mit der man am Gegentheil festhielt und einen Kreis von Anschauungen einwurzeln liess, deren Bekämpfung erst die moderne Biologie mit Erfolg unternommen, ist es nöthig, an einige Hauptmomente der Geschichte der Zoologie und

ihrer Träger zu erinnern. Wir werden damit ganz von selbst an den Punkt geleitet, von wo aus der Schacht der Erkenntniss geschlagen worden ist.

Die vergleichende Anatomie hat nach der Mitte des vorigen Jahrhunderts fast unabhängig vom Ausbaue der systematischen Zoologie einen sehr glücklichen Anlauf genommen und war weit ideenreicher, als jene beschreibende Naturgeschichte. Nur einen Satz der letztern nahm sie unbesehen hin, den von der Festigkeit und Unveränderlichkeit der Art, und dieser Satz bildet den Mittelpunkt der Anschauungen Linné's. Die Autorität und lange dauernde Herrschaft dieses grossen Naturbeschreibers wird uns nur verständlich durch die Zuversicht und den Lapidarstil, sowie die Handlichkeit seiner Diagnosen, wodurch er der völligen Zerfahrenheit der Naturgeschichte mit einem Schlage ein Ende machte und der Mit- und Nachwelt als ein Gesetzgeber erschien. Das Hervorheben der Art als der Grundlage alles systematischen Verständnisses war noch nie so nachdrücklich geschehen. Seine Ansicht gipfelt in dem Satze[14]: „Die Vernunft lehrt, dass bei Beginn der Dinge von jeder besondern Art ein Paar geschaffen sei.“ Mit dieser Vernunft sieht es jedoch bei Linné sehr eigenthümlich aus, indem sie dem strengsten Bibelglauben unterworfen ist, und mit diesem Standpunkt sucht er seine geologischen Vorstellungen in Uebereinstimmung zu bringen. Ihm war besonders ein wirkungsvolles geologisches Phänomen auffallend, die Hebung eines grossen Theils der skandinavischen Küsten. Sie geht schneller vor sich, als die Senkung eines andern Theiles, ihre Erscheinungen sind viel mächtiger, und so konnte sich die Vorstellung bilden, als ob das Festland in regelmässiger Zunahme nach und nach aus dem Meere gestiegen sei. „Ich glaube nicht sehr von der Wahrheit abzuirren“, sagt er, „wenn ich behaupte, dass alles Festland während der Kindheit der Erde unter Wasser getaucht und von einem ungeheuren Ocean bedeckt war, ausser einer einzigen

Insel in diesem unermesslichen Meere, worauf alle Thiere wohnten und die Pflanzen freudig sprossten."[15] Dass auch alle Pflanzenarten in diesem lieblichen Garten sich befunden haben müssen, gehe daraus hervor, dass ausdrücklich gesagt sei, Adam habe alle Thiere benannt; folglich müssten auch alle Insekten im Paradiese versammelt gewesen sein, die Insekten aber ohne die Pflanzen seien gar nicht zu denken. Linné macht dann den ersten thier-geographischen Versuch, indem er von diesem Mittelpunkt aus die Thiere sich verbreiten lässt. Die Summe seiner Ansicht über den Artbegriff ist aber immer: „Wir zählen so viele Arten, als das unendliche Wesen im Anfang der Dinge erschuf"[16]; und seine Autorität war so gewaltig, dass das Zeitalter Voltaire's und Diderot's dieses offenbare Dogma gläubig hinnahm und als einen Satz, der überhaupt gar nicht bezweifelt werden könnte, den Nachkommen überlieferte.

Indessen war Linné so wenig Anatom, dass es nach dieser Seite einer völligen Neubegründung der Zoologie bedurfte, und als ein solcher zweiter Linné trat Cuvier auf.[17] Seine Schule nennt sich die Schule der Thatsachen, doch war er keineswegs ohne philosophischen Anstrich. Im Gegentheil musste die bestimmte und einfache Art seiner Principien und Abstractionen imponiren. Die Summe seiner Beobachtungen fasste er als „Gesetze der Organisation" zusammen, und er wendete die teleologische Betrachtungsweise, das *principe des causes finales*, höchst fruchtbar auf die Erkenntniss und Wiederherstellung vorweltlicher Thiere an. Die Frage nach der Beständigkeit oder Veränderlichkeit der Arten klopfte sehr vernehmlich an seine Thüre. Eine äussere Veranlassung dazu gab die ägyptische Expedition und die Untersuchung der mumificirten Thiere. Etienne Geoffroy Saint Hilaire und Lamark griffen die Artbeständigkeit an und meinten, dass die ägyptische Periode viel zu kurz sei, um aus der Gleichheit der Mumien mit den jetzt lebenden

Arten, zumal bei der Stabilität der äussern Verhältnisse, auf die Gültigkeit des Satzes von der Unveränderlichkeit der Art schliessen zu können, allein die Frage ward von der Cuvier'schen herrschenden Schule barsch abgethan und todtgeschwiegen. Indessen vermehrte Cuvier nicht blos den Haufen der Thatsachen, sondern, wie wir oben angedeutet, gruppirte sie mit philosophischem Geschick so glücklich, dass er allerdings seinem bewussten Ziele, dem natürlichen Systeme, sich näherte. Er lieferte den ersten sichern Nachweis untergegangener Thierarten. Hinsichtlich der Entstehung der in den nachfolgenden Perioden an ihre Stelle getretenen war er nicht unbedingt, wie man gewöhnlich annimmt, für Neuschöpfung, sondern er enthielt sich einer bestimmten Ansicht. „Ich will nicht gerade behaupten", sagt er[18], „dass es zur Hervorbringung der heutigen Thiere einer Neuschöpfung bedurft habe, ich sage nur, sie lebten nicht an derselben Stelle und mussten anderswoher kommen." Geoffroy dagegen zweifelt nicht, dass die jetzt lebenden Thiere in einer ununterbrochenen Reihenfolge von Generationen von den untergegangenen Geschlechtern der Vorwelt herstammen.

In der Art Cuvier's lag die Gefahr eines naturwissenschaftlichen Dogmatismus, und darum wird es gerechtfertigt sein, hier auf einen erst im J. 1873 gestorbenen Schüler Cuvier's hinzuweisen, auf Louis Agassiz, der in der starrsten lehrhaften Weise an den systematischen Kategorien festhält und sie als „verkörperte Schöpfungsgedanken" in schön klingende Definitionen kleidet.[19] Nach ihm gehören die Arten einer gegebenen Periode der Erdgeschichte an und haben bestimmte Beziehungen zu den während dieser Zeit vorherrschenden physikalischen Verhältnissen, sowie zu den gleichzeitigen Pflanzen und Thieren. Die Species sind begründet auf wohl bestimmte Beziehungen von Individuen zur umgebenden Natur und zu ihrer Verwandtschaft, auf die Proportionen und Beziehungen

ihrer Theile zueinander und auf ihre Ornamentation. Die Individuen, als die Repräsentanten der Arten, stehen in den engsten Verhältnissen zueinander. Sie zeigen bestimmte Verhältnisse zu den umgebenden Elementen und ihr Sein ist innerhalb einer gewissen Periode begrenzt. Von der Gattung heisst es: „Gattungen sind aufs engste miteinander verbundene Gruppen von Thieren, welche weder in der Form noch in der Zusammensetzung ihres Baues voneinander abweichen, sondern einfach in den letzten Structureigenthümlichkeiten einzelner ihrer Theile." „Die Individuen als Repräsentanten von Gattungen haben einen bestimmten und specifischen feinsten Bau, identisch mit dem der Repräsentanten anderer Arten." Wir können diese Definitionen nur für Phrasen erklären und fragen mit Haeckel: „Welcher Art sind denn diese «letzten Structureigenthümlichkeiten einiger ihrer Theile», welche allein das Genus als solches bestimmen sollen, und welche jedem Genus ausschliesslich eigenthümlich sein sollen? Wir fragen jeden Systematiker, ob er nicht ganz ebenso gut diese Bestimmung auf Species, Varietäten u. s. w. wird anwenden wollen, ob es schliesslich nicht auch «letzte Structureigenthümlichkeiten einzelner Theile» sind, welche die für die Species, für die Varietät u. s. w. charakteristische Form hervorbringen." Vergeblich suchen wir in dem *Essay on classification* nach einem einzigen Beispiele, wie etwa die Ochsen- und die Antilopengattung, das Hunde- und das Hyänengeschlecht, die beiden grossen Gattungen unserer Süsswassermuscheln, Unio und Anodonta, sich *in the ultimate structural pecularities of some of their parts* denn eigentlich unterscheiden. Mehrere dieser von Agassiz gegebenen Definitionen kann man geradezu miteinander vertauschen, so allgemein gehalten und nichtssagend sind sie. Die Klassen charakterisirt er „durch die Art, wie der Plan des Typus ausgeführt ist, so weit man dabei Wege und Mittel berücksichtigt", die Ordnungen „durch den Grad der

Zusammengesetztheit der Structur der Typen." Diese Phrasen lassen sich ohne weiteres eine durch die andere ersetzen, sie machen aber, wie die ganze Dogmatik, grossen Eindruck bei denen, welche wegen Unkenntniss der Thatsachen nicht selbst Kritik üben können, und werden daher mit Vorliebe citirt, um die ungläubige Naturforschung mit der gläubigen zu widerlegen.

Man sollte meinen, wenn die Sache so einfach läge, und die systematischen Begriffe so fest ständen, dass nichts leichter wäre, als das System aufzustellen. Und das behauptet auch Agassiz. Er sagt, wenn von einer grossen Thiergruppe auch nur eine einzige Art vorhanden und der Untersuchung zugänglich sei, so könnte man danach die Typus-, Klassen-, Familien-, Gattungs- und Speciescharaktere bestimmen, nur die Ordnung liesse sich nicht ableiten. Die Hinfälligkeit dieser und ähnlicher Behauptungen lässt sich am besten nachweisen durch Untersuchung des Fundaments aller dogmatischen Systematik, der „Art". Ist dieser Begriff ein wandelbarer, ist die Art nicht etwas ein für allemal Gegebenes, sondern nach Zeit und Umständen Wechselndes, so richtet sich auch der Inhalt der höhern, allgemeinern Begriffe von Gattung, Familien u. s. w. hiernach. Die schärfste und consequenteste Kritik über den eingewurzelten Schulbegriff der „Art" ist von Haeckel geübt worden[20], nachdem schon Darwin in seinem classischen Werke über die Entstehung der Arten die alte Lehre und Praxis der Zoologie und Botanik in ihrer ganzen Blösse gezeigt. Im Folgenden halten wir uns an Haeckel.

Wir haben oben gesehen, dass Linné die Schöpfung als biblische unumstössliche Lehre hinnahm, und es ist geradezu komisch, wenn heute noch eine Menge Naturforscher auf dieses Dogma schwören, welche über alle andern Dogmen längst hinaus sind. Da also in der Bibel von der Schöpfung der Arten die Rede, so wurde diese Sage zum Fundament der Wissenschaft

gemacht. Heute ist die Zahl derer allerdings klein, welche sich auf die biblische Aussage berufen. Vielmehr meinen diejenigen, welche die Stabilität der Art verfechten, mit Cuvier die Thatsachen zu ihren Gunsten deuten zu dürfen, wobei sie theils unbewusst in dem ererbten Vorurtheil befangen bleiben, theils mit allerlei Kniffen das klare Gegentheil der Unveränderlichkeit nicht sehen wollen. Indem Linné auf die Schöpfung zurückwies, rechnete er die Individuen zu einer Art, deren Stammbaum in directer Linie auf das aus der Hand des Schöpfers hervorgegangene Paar zurückführe. Eine Untersuchung dieses Stammbaums war seinerzeit einmal nach dem ganzen Stande der wissenschaftlichen Mittel nicht möglich, aber bei dem strengen Anlehnen an die heilige Ueberlieferung auch kaum nothwendig. Cuvier, obgleich ein sehr unbefangener und kühler Beobachter, nahm doch im Grunde die Linné'sche Definition der Art an. Nach ihm ist die Art „die Vereinigung der voneinander und von gemeinschaftlichen Aeltern abstammenden Individuen, und derjenigen, die ihnen ebenso ähnlich sind, als sie sich untereinander gleichen."[21] „In dieser Bestimmung", sagt Haeckel, an welche sich die meisten spätern mehr oder minder eng anschliessen, wird offenbar zweierlei für die zu einer Species gehörigen Individuen verlangt: erstens nämlich ein gewisser Grad von Aehnlichkeit oder annähernde Gleichheit der Charaktere, und zweitens ein verwandtschaftlicher Zusammenhang durch das Band gemeinsamer Abstammung. Von den spätern Autoren ist bei den zahlreichen Versuchen, die Definition zu vervollkommnen, bald mehr auf die genealogische Blutsverwandtschaft aller Individuen einer Art, bald mehr auf ihre morphologische Uebereinstimmung in allen wesentlichen Charakteren Rücksicht genommen werden. Im allgemeinen kann man aber behaupten, dass bei der praktischen Anwendung des Artbegriffes, bei der Unterscheidung und Benennung der einzelnen Species, fast immer nur das letztere

Moment zur Geltung gelangte, das erstere dagegen ganz vernachlässigt wurde. Späterhin wurde zwar die genealogische Vorstellung von der gemeinsamen Abstammung aller Individuen einer Art noch durch die physiologische Bestimmung ergänzt, dass alle Individuen einer Art miteinander fruchtbare Nachkommenschaft erzeugen könnten, während die sexuelle Vermischung von Individuen verschiedener Arten gar keine oder nur eine unfruchtbare Nachkommenschaft lieferte. Indessen war man in der systematischen Praxis allgemein vollkommen zufrieden, wenn man bei einer untersuchten Anzahl höchst ähnlicher Individuen die Uebereinstimmung in allen wesentlichen Charakteren festgestellt hatte, und frug nicht weiter danach, ob diese zu einer Art gerechneten Individuen in der That gemeinsamen Ursprungs und fähig seien, bei der Begattung miteinander eine fruchtbare Nachkommenschaft zu erzeugen. Vielmehr kam die physiologische Bestimmung natürlicherweise bei der praktischen Unterscheidung der Thier- und Pflanzenarten ebenso wenig in Anwendung, als die vorausgesetzte gemeinsame Abstammung von einem und demselben Aelternpaare. Andererseits unterschied man ohne Bedenken zwei nächstverwandte Formen als zwei verschiedene 'gute Arten', sobald man bei einer untersuchten Anzahl von ähnlichen Individuen eine constante Differenz, wenn auch nur in einem verhältnissmässig untergeordneten Charakter nachgewiesen hatte. Auch hier kümmerte man sich nicht darum, ob die beiden verschiedenen Reihen wirklich nicht von gemeinsamen Vorältern abstammten und wirklich miteinander keine oder doch nur unfruchtbare Bastarde zeugen könnten."

Dass diese gründliche Verurtheilung der nachlinnéischen Speciesmacherei nicht zu hart, geht daraus unter anderm hervor, dass innerhalb der Zunft die allergrösste Uneinigkeit über die Begrenzung der Species herrschte und bis heute herrscht, dass man sich über das Fundament der Speciesbeschreibung, die

„wesentlichen Merkmale“ durchaus nicht verständigen kann. Wenn auch Agassiz das Recept für die Species aufstellt, so ist doch in jedem einzelnen Falle über die Verhältnisse der Theile, die Ornamentation u. a. zu entscheiden. Da man, ohne Vogelbälge, Schneckenhäuser, Schmetterlinge u. s. w. vor sich zu haben, nicht von vornherein angeben kann, was die „wesentlichen Merkmale“ der daraus zu machenden Arten seien, so ist, wenn es an die Aufstellung der Arten gehen soll, der subjectiven Ansicht und der reinen Willkür der grösste Spielraum gelassen, und es gibt nicht zwei Autoritäten unter den Systematikern innerhalb eines gewissen, nach seinen Formen wohlbekannten Gebietes, die über die Zahl der Arten, in welche sie das vorliegende Material eintheilen sollen, einig wären. Die völligste Zügellosigkeit in der Artmacherei hat aber einige Jahrzehnte hindurch bei den Paläontologen geherrscht, wo aus dem Bestreben, die Unterabtheilungen der geologischen Schichten durch ihre organischen Einschlüsse möglichst sicher zu stellen, die Artspaltung nach den kleinlichsten, oft nur individuellen Abweichungen bis in das Unglaubliche gegangen. Eine gewisse Veränderlichkeit der Arten musste sich zwar auch dem blödesten Auge aufdringen; man zweigte Unterarten und Spielarten, Varietäten ab, welche man nach „minder wesentlichen“, durch Klima und Züchtung erworbenen Merkmalen charakterisirte, mit dem Vorbehalt, dass ihre Kreuzungen untereinander und mit der Hauptart fruchtbare Nachkommenschaft hervorbrächten, während sie gegen andere Arten sich wie die Hauptart verhielten. Natürlich war das subjective Urtheil bei dieser Trennung der Art in die Unterarten noch weniger als bei der Artbeschreibung an Tradition und Gesetz gebunden. Die ornithologische Literatur der lezten vierzig Jahre dürfte von der hiermit eingerissenen babylonischen Verwirrung die geeignetsten Tausende von Beispielen geben.

Es soll nun durchaus nicht in Abrede gestellt werden,

dass ein grosser, vielleicht der grösste Theil der jetzt existirenden Organismen für die Naturbeschreibung sich in einem Zustande befindet, wonach sie als sogenannte Arten in ihren äussern und innern Verhältnissen charakterisirt werden können und behufs der Wiedererkennung und überhaupt der wissenschaftlichen Behandlung gekennzeichnet werden müssen. Diese Stabilität ist aber, wie sich theils direct, theils nach Analogien zeigen lässt, unter allen Umständen nur eine zeitliche, und wir haben ganze Klassen von Organismen, auf welche der alte Artbegriff mit seiner Constanz der wesentlichen Merkmale sich auch mit dem weitesten Vorbehalte nicht anwenden lässt. Können wir den Beweis unwiderleglich führen, dass solche artlose Gruppen existiren, so ist mit der alten Systematik und dem Speciesdogma ein für allemal aufgeräumt und das positive Fundament einer neuen Lehre gewonnen. Dieser Beweis ist geführt in zwei Richtungen. Einige Klassen von Organismen befinden sich in ihrem gegenwärtigen Zustande in einem solchen Schwanken und Fliessen der Formen, dass „Artkennzeichen" und „Gattungskennzeichen" überhaupt nicht festzuhalten sind. Sie befinden sich in einem extremen Grade der Veränderlichkeit, welche bei andern einer scheinbaren Ruhe gewichen ist. Andere Reihen von Thatsachen der offenbarsten Artveränderlichkeit zeigen gewisse vorweltliche Gruppen in der Aufeinanderfolge der „Arten" genannten Formen.

Schon vor dem Erscheinen von Darwin's Werk über die Entstehung der Arten war der Physiolog und Zoolog Carpenter in London durch seine Untersuchungen der Foraminiferen zu dem im Einzelnen nachgewiesenen Resultate gekommen, dass in dieser Gruppe niedriger Organismen, welche äusserst zierliche Kalkgehäuse absondern, nicht von „Arten", sondern nur von „Formenreihen" die Rede sein könne. Formen, welche die Systematiker in verschiedene Gattungen und Familien gebracht, sah er sich auseinander ent-

wickeln. Indessen sind diese Foraminiferen von so einfachem Bau, man kennt ihre individuelle Entwickelungsgeschichte oder Ontogenie noch so wenig, sie bieten so wenig mikroskopisches Detail zur Controle der Artumwandlung, dass den Vertheidigern der Artconstanz allenfalls die Ausflucht geblieben wäre, die Formenreihen von Carpenter seien Varietäten und bewiesen nur, dass man die wahren „Arten" noch nicht gefunden. Da ist denn nun die Klasse der Schwämme oder Spongien hülfreich eingetreten, auf deren Wichtigkeit in der Artfrage zuerst ich hingewiesen habe.[22] Es handelt sich bei ihnen, so fasste ich meine Untersuchungen zusammen, nicht blos, wie bei den Foraminiferen, um den allgemeinen Habitus der Form, um die variable Gruppirung der Kammersysteme, sondern die Variabilität ist an dem mikroskopischen Detail ebenso und noch specieller vorhanden, als an den gröbern Bestandtheilen. Bei den Foraminiferen kann man wol von mikroskopischen Formen, aber nicht eigentlich von mikroskopischen Bestandtheilen sprechen. In den Spongien aber belauschen wir die Umbildung der feinern Formbestandtheile, der Elementarorgane, und dadurch wird die Wandelbarkeit des Ganzen so durchsichtig. Es verhalten sich in dieser Beziehung die Kalkschwämme etwas anders, als die übrigen, und besonders die Kieselschwämme. Bei jenen ist die Variabilität der mikroskopischen Theile auf einen kleinern Formenkreis beschränkt, dafür aber der Habitus der Individuenreihen von einer ganz unglaublichen Biegsamkeit. Wir vermissen nun zwar diese Biegsamkeit des Gesammtkörpers auch nicht bei den Kieselspongien, wir sehen z. B. bei der Gattung Tedania, von Gray zusammengestellt aus einigen meiner frühern Renieren, wie deren eigensinnig zusammenhaltende Nadelformen von Triest bis Florida und Island unter den verschiedenartigsten Verkleidungen auftreten. Die eine dieser Nadeln neigt aber in einigen Varietäten schon zu Abschweifungen. Und gerade dieser Punkt,

die bis ins Einzelne zu verfolgenden Umwandlungen derjenigen Organe, welche als vermeintlich stabil der Systematik die wesentlichste Grundlage zur Aufstellung der Gattungen und Arten zu bieten schienen, macht die Untersuchung besonders anziehend. Schon in den algierischen Spongien habe ich frappante Beispiele gebracht. Diese häufen sich in dem Masse, als der Gesichtskreis sich erweitert. Schritt für Schritt machen wir die Wahrnehmung, dass auf kein „Merkmal" ein leidlicher Verlass ist, dass bei einiger Constanz der mikroskopischen Bestandtheile die äussere Körperform mit ihren groben Kennzeichen weit über die Grenzen der sogenannten Arten und Gattungen hinaus abändert, bei gleichem äussern Habitus aber die, wie wir glaubten, specifischen innern Theilchen uns gleichsam unter der Hand zu andern werden. „Wer bei den Spongien", so schliesst jener Abschnitt aus meinem Werk über die atlantische Spongienfauna, „sein Hauptgeschäftt auf die Species- und Gattungsmacherei verlegt, wird ad absurdum geführt, wie Haeckel in seinem Prodromus zur Monographie der Kalkschwämme mit köstlicher Ironie gezeigt.

Während ich mich in meinen speciellen Untersuchungen im wesentlichen auf die Kieselschwämme beschränkte und den, bisher von den sonst so lauten Gegnern der Artconstanz unangetasteten Beweis durch Tausende von mikroskopischen Beobachtungen, durch Messungen, Zeichnungen, durch Thatsachen und Schlüsse geführt, dass bei ihnen Arten und Gattungen, mithin feste systematische Einheiten überhaupt nicht existiren, hat Haeckel mit unerreichter Meisterschaft die andere Abtheilung der Klasse, die Kalkschwämme, monographisch bearbeitet.[23] Er konnte nicht nur meine Ausführungen bestätigen, sondern bei dem geringern Umfange und der grössern Uebersichtlichkeit der zum Studium gewählten Gruppe mit grösserer Consequenz und Lückenlosigkeit von der Detailbeobachtung zum Ganzen fortschreiten, Morphologie, Physiologie und Entwicke-

lungsgeschichte in möglichster Vollendung darstellen und den Männern des Stillstandes den Handschuh hinwerfen, dass man je nach subjectiver Ansicht eine oder 591 Species der Kalkschwämme annehmen könne, „dass eine absolute Species überhaupt nicht existirt, und dass Species und Varietät nicht scharf zu trennen sind.“ Wer nach diesen Darlegungen auf dem Hirngespinst der Species beharrt, ohne entweder zu beweisen, dass die Thatsachen falsch beobachtet sind, oder dass sie anders und zu Gunsten der Stabilität der Art ausgelegt werden müssen, wer, wie Agassiz vor einigen Jahren, ohne von solchen Untersuchungen Notiz zu nehmen, öffentlich versichert, man habe noch in keinem einzigen Falle die Veränderlichkeit einer Art gezeigt, hat kaum noch das Recht, an dem grossen, die Naturwissenschaft bewegenden Streite sich zu betheiligen.

Nun gibt es aber, wie oben erwähnt, noch eine zweite Richtung, in welcher die Beweglichkeit der „Art“ nachgewiesen werden muss, nicht die Richtung in die Breite, sondern in die Höhe und Tiefe. Jene Veränderlichkeit der Schwämme liefert den höchst wichtigen Nachweiss, dass, um mich so auszudrücken, eine ganze Klasse gegenwärtig eine verhältnissmässige Ruhe noch nicht gefunden hat. Man verlangt aber mit Recht zur Constatirung der Artveränderlichkeit den Nachweis der Veränderlichkeit im Laufe der Zeit, des Ueberganges der sich in den Erdschichten historisch folgenden Formen. Wir glaubten bis vor Kurzem als ein sehr lehrreiches Beispiel der im Verlaufe der Zeit eintretenden Artveränderung die von Hilgendorf [24]) untersuchte Tellerschnecke aus dem Süsswasserkalk von Steinheim anführen zu dürfen. Allein dieser Fall hat gezeigt, wie vorsichtig wir mit den Beweisen sein müssen, indem spätere Untersucher vergebens sich nach der von jenem behaupteten regelmässigen Schichtenfolge und der darin enthaltenen Gestaltveränderung des Planorbis multiformis umsahen, sich vielmehr überzeugten, dass die ganz ungewöhnlich auseinander gehenden For-

men dieser Schnecke bunt durch einander vorkommen. Indessen ist an andern grossartigern Belegen kein Mangel, und der Eifer einiger neuerer Paläontologen, wie Waagen, Zittel, Kayser, Neumayr, Würtenberger[25], in der Verfolgung der sogenannten Arten der Armfüsser und Ammoniten durch ganze geologische Zeiträume hat gezeigt, dass für diese wichtigen Abtheilungen die Unmöglichkeit vorliegt, sie in „Arten" zu trennen. Wir lassen diese Forscher für uns sprechen. Kayser zieht aus der Untersuchung der Armfüsser (vgl. S. 63) der devonischen Schichten der Eifel folgendes Resultat: „Vielleicht spricht keine Thierordnung so sehr zu Gunsten der darwinschen Theorie, als gerade die Brachiopoden. Wer gleich mir Gelegenheit gehabt, eine Menge von Brachiopodenarten Schicht für Schicht durch einen ansehnlichen Stratencomplex zu verfolgen, wem die gewöhnlichern Arten zu Hunderten durch die Hände gegangen, der wird bei der Wahrnehmung, wie weit die Veränderlichkeit vieler Arten geht, oft haben staunen müssen, und nicht selten wird ihm der Muth entsunken sein, bei manchen Formen jemals zu einer scharfen Speciesbegränzung gelangen zu können, immer weniger wird er den Gedanken, dass unsere Arten in der That, wie Darwin behauptet, nur künstliche Begriffe oder Rubriken sind, gänzlich von der Hand weisen können". Kayser sieht sich daher genöthigt, die Gränzen seiner Arbeit künstlich zu ziehen und Formenreihen zu bilden, ähnlich wie die andern Erforscher der Ammoniten. Waagen erinnert daran, dass Quenstedt schon längst vor Darwin an den genetischen Zusammenhang der verschiedenen Formen aus den auf einander folgenden Schichten gedacht und fährt dann fort: „Unter den Paläontologen, welche in neuerer Zeit unter dem Einflusse der Ideen der Descendenztheorie sich eingehend mit Ammoneen beschäftigt haben, sind wol wenige zu finden, welche nicht von den Thatsachen eben dahin geführt worden wären. Die Existenz

von Formenreihen, wie sie in letzter Zeit mehrfach nachgewiesen worden sind, innerhalb deren jede jüngere Form von der nächst älteren um ein geringes abweicht, bis durch die Summirung dieser kleinen Abweichungen eine grosse Differenz von der ursprünglichen Art hervorgebracht ist, die Existenz solcher Formenreihen führt mit zwingender Nothwendigkeit zur Annahme eines genetischen Zusammenhanges". Eben so Zittel; eben so Neumayr. Letzterer sagt: „Kaum eine Thatsache spricht so entschieden für die Richtigkeit der Descendenztheorie, als die Existenz von Formenreihen, wie sie schon jetzt in vielen Fällen nachgewiesen werden konnten und noch viel öfter werden gefunden werden, da jetzt die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt gelenkt ist. In ganz besonders schöner Weise stellt die hier beschriebene Form der Oppelia darwinii den Uebergang von den normal gebildeten Pennilobaten zu den abnorm gestalteten Semiformen her". Mehrere Hauptresultete Würtenbergers, die wir zuletzt anführen, werden von Neumayr bestätigt. L. Würtenberger stellte seine Untersuchungen an Tausenden von Exemplaren an aus den Gruppen der Planulaten-Ammoniten mit beripptten Schalen und der Armaten-Ammoniten mit bestachelten Schalen. Indem er seine Ergebnisse zusammenfasst, sagt er unter anderm: „Wie man bei den Ammoniten der Planulaten- und Armatengruppe die Species gegeneinander abzuzweigen habe, darüber möchte und könnte ich keinerlei Anweisung geben, indem mir diese Frage als eine ganz verfehlte erscheint. Denn bei Gruppen fossiler Organismen, wo man, wie in diesem Falle, zwischen den extremsten Formen so zahlreiche Verbindungsglieder wirklich vor sich liegen sieht, dass der Uebergang ganz stetig vermittelt wird, lässt sich der Species noch viel weniger ein Begriff unterschieben, als bei den organischen Formen aus der Jetztwelt, welche letztere doch wenigstens die heutigen Grenzen der Zweige des grossen Stammbaumes der organischen Welt bezeichnen. Bei jenen fossilen

Formen jedoch ist es im Grunde vollständig einerlei, ob man ein ganz kurzes oder ein längeres Stück irgendeines Zweiges mit einem besondern Namen beehrt und als Species betrachtet. — Die stacheltragenden Ammoniten, welche man unter den Armaten zusammenfasst, reihen sich so innig aneinander, dass es zur Unmöglichkeit wird, die hier angenommenen Arten scharf voneinander zu trennen. Ganz dasselbe gilt auch von jener Gruppe, deren vielerlei Formen sich durch ihre berippten Schalen auszeichnen und die man als Planulaten aufführt.“ — Es hat sich ferner ergeben, dass die Armaten aus den Planulaten entstehen.

Wir kommen später wieder auf Würtenberger's vorläufige Mittheilungen zurück. Hier war es uns darum zu thun, unsern Lesern an die Hand zu geben, wie und wo die neuere Naturforschung mit dem Artgespenst aufräumt, und sie in Stand zu setzen, selbst zu beurtheilen, welche Beobachtungsreihen den Versicherungen, dass noch in keinem einzigen Falle der Uebergang einer Art in eine andere Art nachgewiesen sei, entgegenstehen. Die alte Schule kommt nämlich nach und nach in die Verlegenheit, ganze Ordnungen und Klassen als „Arten“ zu proclamiren und die früher so schön gekennzeichneten Arten als Varietäten.

Die Unhaltbarkeit des physiologischen Theiles der Artdefinition ist von Darwin und dann von Haeckel überzeugend dargethan. Dass gute „Arten“ auch im freien Zustande sich nicht selten vermischen, und dass gezähmte Arten, wie Pferd und Esel seit Jahrtausenden gekreuzt worden, ist bekannt. Aber die Producte dieser Mischungen, die Bastarde, sollten nur ausnahmsweise selbst fruchtbar sein und jedenfalls nur auf wenige Generationen eine fruchtbare Nachkommenschaft haben. Dagegen sollte es fest stehen, dass die Producte der Kreuzungen von Varietäten in ununterbrochener Folge fruchtbar seien. Der Lehrsatz von der Unfruchtbarkeit der Bastarde hatte sich zuerst

ohne alle experimentelle und allgemeinere Beobachtung ausgebildet, und wurde unglücklicherweise durch eine der ältesten und bekanntesten Bastardirungen das Maulthier und den Maulesel, scheinbar bestätigt. Diesem landläufigen Beispiele, wo die Fruchtbarkeit der Bastarde fehlschlägt, setzen wir nur eins der neuern Zeit gegenüber, die durch viele Generationen geglückte Fortpflanzung von Hasen und Kaninchen, zweier noch nie für blosse Varietäten erklärten „guten Arten". Die so zahlreichen und voneinander abweichenden Formen des Haushundes hat die Schule für Varietäten einer Art erklärt, weil sie sich fruchtbar miteinander vermischen. Liest man aber die sorgfältige Zusammenstellung der Nachrichten über das Verhältniss von gewissen Wolfsarten zu den Hunden wilder Völkerschaften und des europäischen Wolfes zum ungarischen Hunde bei Darwin[26], so wird man mit Darwin es als höchst wahrscheinlich annehmen müssen, dass an verschiedenen Punkten der Erde zu verschiedenen Zeiten wilde Arten der Gattung Canis gezähmt wurden, die in fast unbeschränkter Weise miteinander fruchtbare Nachkommenschaft erzeugen. Aehnliches gilt von der Hauskatze. Für die Formen der europäischen Hauskatze steht die Sache so, dass ihre Herkunft theils von einer nubischen Art, theils von der europäischen Wildkatze kaum bezweifelt werden kann. Man drehte sich also mit den Schlüssen im Kreise: die Formen gehören zu einer Art, weil sie sich fruchtbar kreuzen, und weil sie zu einer Art gehören, kreuzen sie sich fruchtbar; und auf der andern Seite: weil die und die Formen bei Kreuzungen keine fruchtbare Nachkommenschaft hervorbringen, bilden sie verschiedene Arten, und weil sie verschiedene Arten sind, zeugen sie keine fruchtbare Nachkommenschaft. Die Fälle der nachhaltigen Fruchtbarkeit der Bastarde sind zwar eben nicht häufig, aber doch so weit constatirt, dass die Behauptung des Gegentheils den Thatsachen offen widerspricht. Aber auch umgekehrt hat der Satz, dass

die Blendlinge, die Kreuzungsproducte der Varietäten, fruchtbar seien, so allgemein hingestellt keine Gültigkeit. Die Varietät, welche sich in Paraguay aus unserer Hauskatze abgesondert, paart sich mit ihrer Stammart nicht mehr; ebenso wenig das zahme europäische Meerschweinchen mit der brasilianischen wilden Stammart. Wenn aber auch im allgemeinen Kreuzungen von Varietäten sich leichter vollziehen und häufiger fruchtbare Producte geben als die immerhin seltenern Kreuzungen von Arten, so ist überhaupt das öftere Fehlschlagen der Artkreuzungen in völligem Einklang mit der oben dargelegten Artveränderung im Laufe der Zeit. Für uns soll vorläufig nur feststehen, dass Blendlinge und Bastarde hinsichtlich ihrer Fruchtbarkeit und der Fähigkeit zu constanter Fortpflanzung im wesentlichen sich gleich und nur gradweise verschieden verhalten, und dass auf diese Eigenschaften eine nähere Bestimmung und Eingrenzung des Speciesbegriffes nicht begründet werden kann.

Wenn die ältern Definitionen des Artbegriffes auf das Paradies zurückgehen und die heute lebenden Organismen in directer Linie von den anfänglich auf wunderbare Weise geschaffenen und nie abgeänderten Stammältern herleiten, so wurde das, wie aus den naiven Aeusserungen Linné's hervorgeht, als etwas Selbstverständliches angenommen und an den, überhaupt unmöglichen, Beweis nie gedacht. Dass übrigens schon im vorigen Jahrhundert gegen diese oberflächliche Behandlung des Speciesbegriffes sich die Stimmen tiefer blickender Naturforscher erhoben, geht unter anderm aus einem Briefe Georg Forster's an Peter Camper hervor, vom 7. Mai 1787. Man gründe Systeme auf diesen Begriff, und doch sei alles schwankend, solange dieser Ausdruck nicht unverrückbar festgestellt sei. Aber alle bisherigen Definitionen dieses Wortes seien hypothetisch und nichts weniger als an sich selbst klar. Wolle man nun so viele Species annehmen, als geschaffen worden, wie solle man dann eine erschaffene

Art von einer, aus der Vermischung einiger anderer hervorgegangenen unterscheiden? Auf die Schöpfung zurückgreifen, heisse sich in das Unendliche und Unfassbare verlieren. „Wir werden damit nie etwas begreifen, und die Definitionen, welche sich auf eine unerklärbare Grundlage stützen, auf ein Mysterium, sollten auf immer aus der Wissenschaft verbannt sein.“

Ohne dass man irgendeiner Theorie zu huldigen braucht, wird man zur Anerkennung der Thatsache genöthigt, dass noch gegenwärtig in verschiedenen Gruppen der Organismen eine solche Unstetigkeit der Formen, ein solcher Grad von Variabilität obwaltet, dass die Gezwungenheit und Künstlichkeit des systematischen Scheidens auf der Hand liegt. In vielen andern Gruppen, z. B. den meisten Ordnungen der Säugethiere, ist an die Stelle dieses Stadiums der Beweglichkeit eine gewisse Ruhe getreten und erscheinen die zur Beobachtung und Vergleichung vorhandenen Formen so gegeneinander abgegrenzt, dass sie ohne Schwierigkeit sich dem System als „gute Arten“ einfügen. Beurtheilt man aber die guten Arten mit den bei den „schlechten“ gemachten Erfahrungen, und will man nicht zu der widersinnigen und den gesunden Menschenverstand verleugnenden Annahme greifen, dass die „guten Arten“ auf eine wunderbare, unserer Erkenntnis unzugängliche Weise entstanden seien, die Entstehung der „schlechten Arten“ sich aber analysiren lasse, so ist nur der andere Fall möglich und denkbar, dass, wie Haeckel sagt: „alle Species ohne Ausnahme ‘schlechte Arten’ im Sinne der Speciesfabrikanten sein würden, wenn wir sie vollständig kennen würden.“ Wir kennen also schon genug schlechte Arten, um mit Gewissheit auf das allgemeine Gesetz schliessen zu können. Allein dennoch ist jede weitere Bestätigung und Auffindung „schlechter Arten“ willkommen. Früher von den Systematikern nur als Unbequemlichkeiten betrachtet und als unbrauchbare

Steine von den Bauleuten verworfen, sind sie jetzt die Ecksteine der Wissenschaft geworden.

Soll man nun vielleicht, fragen wir nochmals, die Species ganz aufgeben? Aus mehrern Gründen nicht. Selbst vorausgesetzt, dass sogenannte „gute Species" im Sinne der Systematiker gar nicht existirten, würde der menschliche Verstand in dem Bemühen nach Uebersicht genöthigt sein, die Formen zu benennen, wenn nicht alle wissenschaftliche Behandlung unmöglich gemacht werden sollte. Ausserdem aber ist die Beibehaltung der Species wissenschaftlich berechtigt und nothwendig, sobald man nur die bestimmenden Momente berücksichtigt und die Definition mit der Wirklichkeit in Einklang bringt. Die Species wird nicht blos gebildet von ähnlichen Individuen, da ja schon die Geschlechter selbst im Falle der Entwickelung ohne Verwandlung erheblich voneinander abweichen. Erinnern wir uns aber an die stufenweise eintretenden Gestaltveränderungen der einer Metamorphose unterworfenen Organismen und an die in regelmässiger Folge im Generationswechsel einander ablösenden Formen, so werden wir, statt von Individuen, von den die verschiedenen Phasen und Reihen der Individuen umfassenden Zeugungskreisen reden müssen. Diese bleiben sich gleich, solange sie unter gleichen äussern Verhältnissen existiren. Inwieweit die Zeit an sich auf das Bestehen und Vergehen Einfluss übt, ist dunkel. Jedenfalls ist die Zeit ebenso wol wie die äussern Verhältnisse in der Zeit ein Factor der Artveränderung. Indem wir die Art als absolut veränderlich und nur relativ ständig betrachten, nennen wir sie mit Haeckel „die Gesammtheit aller Zeugungskreise, welche unter gleichen Existenzbedingungen gleiche Formen zeigen".

VI.

Die Naturphilosophie. Goethe. Prädestinirte Umbildung nach Richard Owen. Lamark.

Wir haben uns bisher wesentlich mit der Betrachtung der Erscheinungsweisen der Thierwelt als gegebener Thatsachen beschäftigt, ein Eingehen auf den Zusammenhang der Thatsachen und eine Kritik der Erklärungsversuche möglichst vermeidend. Dennoch war es nothwendig, einzelne Momente aus der Geschichte unserer Wissenschaft hervorzuheben, deren Nachwirkungen bis in die Gegenwart reichen und deren Kenntniss zum Verständniss herrschender Anschauungen, Richtungen und Vorurtheile verhilft. Aus diesem Grunde greifen wir nochmals in die Entwickelungsgeschichte der Biologie und vergleichenden Anatomie zurück, um die Strömungen der Gegenwart an ihren Quellen aufzusuchen. Es hat seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts durchaus nicht an leitenden Ideen in den organischen Naturwissenschaften gefehlt, wie solche z. B. in Buffon's grossartigem Entwurf eines Weltgemäldes enthalten sind. Wenn aber von einer einheitlichen, umfassenden Durchdringung der organischen Welt die Rede ist, so wird man zunächst immer an die Naturphilosophie denken, wie sie in den ersten zwei Jahrzehnten dieses Jahrhunderts das Verdienst für sich in Anspruch nahm, das Weltganze aus einem Princip zu verstehen, nicht nur die Materie an sich, sondern auch Sein und Werden der organischen Körper aus dem Ganzen abzuleiten. Nachdem die Identitätsphilosophie die Gesetze des Geistes ohne das Studium der Leiblichkeit zu begründen begann, und die Identität der Körperwelt mit der Geisteswelt an den Imponderabilien und den anorganischen Körpern nach ihrer Weise geprüft hatte, musste sie ihre Constructionen auf den Organismus ausdehnen. Dieser Versuch der Verallgemeinerung der Schelling'schen Principien

ist von Oken gemacht worden[27], indem er in seinem System die gesammte Natur als einen Process der Entwickelung auffasst. Die Naturwissenschaft ist ihm die Wissenschaft von der ewigen Verwandlung Gottes, das heisst des Geistes, in die Welt, ist also im umfassendsten Sinne Kosmogenie. Jedes Ding im genetischen Process des Ganzen gedacht, enthält neben dem Begriff des Seins auch den des Nichtseins, oder Position und Negation, indem es in einem höhern aufgeht. In diesen Gegensätzen ist die Kategorie der Polarität enthalten, die sich in der Bewegung, dem Leben der Dinge offenbart. Die einfachern elementarischen Körper treten zu höhern Gestalten zusammen, welche nur potenzirte Wiederholungen jener, als ihrer Ursachen sind. Daher stellen die verschiedenen Gattungen von Körpern parallele, sich entsprechende und in ihrer Gliederung sich bedingende Reihen vor, deren vernünftige Anordnung sich mit innerer Nothwendigkeit aus ihrem genetischen Zusammenhange ergibt. In den Individuen aber kommen jene niedrigern Reihen abermals während ihrer Entwickelung zur Erscheinung. Die Gegensätze im Sonnensystem, des Planetaren und Solaren, wiederholen sich in Pflanze und Thier, und da das Licht das Prinzip der Bewegung, so hat das Thier die selbständige Bewegung vor dem vorzugsweise der Erde angehörigen Pflanzenorganismus voraus. Der Embryologie wird in einem allgemeinen Satze ihr Recht gegeben: „Die Thiere vervollkommnen sich nach und nach, indem sie Organ an Organ setzen, ganz so, wie sich der einzelne Thierleib vervollkommnet.“ Im Menschen aber, als dem höchsten Thiere, ist die ganze Thierwelt enthalten, er ist der eigentliche Mikrokosmus.

Wir können heute das abgerundete, in 3562 Sätzen niedergelegte System Oken's mit den consequenten Phantastereien vom Position, Negation und Polarität, den absolut inhaltslosen Formeln des + 0 —, ohne irgendeine wirkliche Durchdringung des Thatsächlichen

gewiss keine Naturphilosophie mehr nennen, sofern diese der Ausdruck und die logische Verknüpfung aller gut beobachteten Thatsachen sein soll. Es sind dadurch aber mannichfache und wichtige Anregungen zur Forschung gegeben, und wir haben hier um so mehr auf dieses System aufmerksam machen wollen, als es mindestens ebenso viel besagt, wie die vagen Formeln und Begriffe von „innerer Entwickelung", „Vervollkommnungsprincip", „Umprägung des Niedern zum Höhern", und die ganze Litanei der Halbheit und Unklarheit, die sich in unsern Tagen breit macht.

Wir halten in diesem Abschnitt nicht die chronologische Reihenfolge ein, sondern charakterisiren verschiedene Auffassungen der organischen Natur, und dürfen deshalb nunmehr zurückgreifen zu Goethe, welcher nach Haeckel's Auffassung in der grossen, uns in dieser Schrift beschäftigenden Frage seiner Zeit vorauseilte und als der selbständige Begründer der Descendenztheorie in Deutschland zu feiern sei.[28] Wir vermögen nicht, Goethe diese Bedeutung beizulegen, denn eben der Hauptpunkt, worauf Haeckel das grösste Gewicht legt, dass Goethe die Arten nicht blos als die veränderten Erscheinungen des beweglichen Gattungsbegriffes, sondern als die in ihrer Realität veränderlichen Summen von Körpern ansieht, müssen wir verneinen. Was uns vornehmlich bewegt, Goethe's hier ausführlich zu gedenken, ist seine Durchdringung der Typusidee, welche von Buffon an ein paar Menschenalter hindurch der Leitstern einer höhern, den reinen Systematikern fremden Forschung war. Goethe verarbeitete dieselbe in sich auf Grund einer allerdings etwas vornehmen Specialkenntniss des organischen Materials und stand jedenfalls an der Schwelle der Lösung. Wie seine naturwissenschaftliche Thätigkeit ein nothwendiger Ausfluss seines Wesens war, habe ich in den citirten Abhandlungen auseinandergesetzt. Andere Nachweise haben Helmholtz und Virchow gegeben.

Goethe's Aufzeichnungen über seine Stellung zur Natur und seine Forschungen umfassen einen Zeitraum von mehr als funfzig Jahren. Um das Jahr 1780 fällt unter der Aufschrift: „Die Natur" eine Art Hymnus an dieselbe, der mit den schönen Worten endigt, die ihn als reinen Pantheisten erscheinen lassen: „Sie hat mich hereingestellt, sie wird mich auch hinausführen. Ich vertraue mich ihr. Sie mag mit mir schalten. Sie wird ihr Werk nicht hassen. Ich sprach nicht von ihr. Nein, was wahr ist und was falsch ist, alles hat sie gesprochen. Alles ist ihre Schuld, alles ist ihr Verdienst." Und kurze Zeit vor seinem Tode, im März 1832, ist er mit ganzer Seele dem wissenschaftlichen Streit über die verschiedenen Methoden der Naturforschung und die Grundprincipien der Anschauung beschäftigt, welcher im Schose der französischen Akademie zwischen den beiden berühmten Vertretern der in das Einzelne gehenden und der aus dem Ganzen urtheilenden Richtung: Cuvier und Geoffroy St. Hilaire, hell emporschlug. Was Goethe hier am Spätabend seines Lebens niedergelegt, ist eine Art von wissenschaftlichem Glaubensbekenntniss, und es erfüllt mit der grössten Bewunderung, wie der dreiundachtzigjährige Greis mit denjenigen Grundsätzen auf der Höhe der Zeit und über den Parteien steht, die er in der Blüte des Mannesalters funfzig und vierzig Jahre früher aus eigenen Kräften sich bildete.

In den genialen siebziger und achtziger Jahren, wo Goethe, im Mittelpunkte des weimarischen Lebens stehend, sich oft aus dem Geräusch der Stadt und des Hofes in die einsame Natur zurückzog, empfing er die Anregungen zur „Metamorphose der Pflanzen". Es fesselte ihn die wechselvolle Erscheinung des Pflanzenlebens, und er musste über die vorausgesetzte, diesem Wechsel zu Grunde liegende Einheit und Regel nachsinnen. Das war ihm eine neue Quelle der Unruhe, die ihn verfolgte, als er 1787 sich gewaltsam den weimarischen Einflüssen entriss und nach Italien floh.

Dort, in Sicilien, fand er die Lösung des Räthsels: das Blatt schien ihm das Grundorgan der pflanzlichen Bildung zu sein. Und als ihm nach der Rückkehr in Christiane Vulpius ein neuer Stern aufgegangen, legte er die Quintessenz seiner Ideen über die Metamorphose der Pflanzen in jenem vorzüglichen Gedichte nieder, dessen Zeilen

Alle Gestalten sind ähnlich, und keine gleichet der andern,
Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz,
Auf ein heiliges Räthsel —

allen gegenwärtig sind, welche sich je mit Goethe'scher Muse bekannt gemacht haben. Er sah nun, als er mit geistigem Auge, wie er vom Naturforscher verlangt, sehen gelernt hatte, in den verschiedenen Theilen der Pflanze das einigende Princip. „Einerlei Organ kann als zusammengesetztes Blatt ausgebildet und als Stipula (Nebenblatt) in die grösste Einfalt zurückgezogen werden. Ebendasselbe Organ kann sich nach verschiedenen Umständen zu einer Tragknospe oder zu einem unfruchtbaren Zweige entwickeln. Der Kelch, indem er sich übereilt, kann zur Krone werden, und die Krone kann sich rückwärts dem Kelche nähern. Dadurch werden die mannichfaltigsten Bildungen der Pflanzen möglich, und derjenige, der bei seinen Beobachtungen diese Gesetze immer vor Augen hat, wird davon grosse Erleichterung und Vortheil ziehen.“ In diesen wenigen Zeilen ist der Kern der bis in die Zwanzigerjahre unseres Jahrhunderts hinein die Zeitgenossen höchst anregenden Lehre von der Metamorphose der Pflanzen. Bei der Vielseitigkeit seiner Beobachtung musste aber der einmal gefasste Gedanke sich auch auf die übrige organische Welt ausdehnen. Vor Goethe hatte kein Naturforscher die Insekten anders betrachtet, als wie eine gegebene Summe durch bestimmte Merkmale zu unterscheidender Einzelbildungen. Ihr Inneres war allerdings von einzelnen grossen Männern, wie Malpighi, Swammerdam

und Lyonet aufgeschlossen worden, aber weder an eine wahrhaftige Vergleichung der Arten und Gattungen hatte man gedacht und noch weniger an eine Erklärung des Insektenkörpers aus seinen Theilen. Das that Goethe und zwar in der geistreichsten Weise, indem, wie es vollkommen richtig, in seiner Anschauung die Ringe, die im Insekt vom Kopf bis zur Leibesspitze sich aneinander reihen, sich ebenfalls wie die Pflanzenorgane als blosse Modificationen eines und desselben Grundorgans darstellten. Dort das abstracte Blatt, das Urblatt oder die Urpflanze, hier der Ring. Dabei sprach er — es war 1796 in den Vorträgen über den Entwurf einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie — eine Wahrheit aus, welche erst mehr als vierzig Jahre später von einem der ausgezeichnetsten Zoologen, Milne Edwards, wieder erkannt und für die Erkenntniss der Thierwelt verwerthet worden ist. Es ist die Idee von der Vervollkommnung der organischen Wesen durch die Verschiedenartigkeit der Ausbildung ihrer im Grunde gleichen Theile. Raupe und Schmetterling dienen hierfür als Beispiel. „So ein unvollkommenes und vergängliches Geschöpf ein Schmetterling in seiner Art, verglichen mit den Säugethieren, auch sein mag, so zeigt er uns doch durch seine Verwandlung, die er vor unsern Augen vornimmt, den Vorzug eines vollkommenern Thieres vor einem unvollkommenern. Die Entschiedenheit ist es seiner Theile, die Sicherheit, dass keiner für den andern gesetzt noch genommen werden kann, jeder vielmehr zu seiner Function bestimmt und bei derselben auf immer festgehalten bleibt.“ Nun trat aber auch bei den vollkommensten Geschöpfen, den Wirbelthieren, ein solches innerhalb des Individuums sich metamorphorisirendes Grundorgan ihm vor Augen: der Wirbel. Er verfolgte ihn in seinen Umwandlungen im Verlauf der Wirbelsäule. So unmöglich es sei, aus der Nebeneinanderstellung des ersten Halsknochens mit dem letzten Schwanzknochen auf die

Identität derselben zu schliessen, so leicht trete dieselbe in dem allmählichen Uebergange hervor. Was liegt aber vor dem ersten Halswirbel? Ist der Schädel etwas absolut anderes, ein Neues, mit der Wirbelsäule nicht Identisches? Das war wieder ein so beunruhigender Gedanke, der Goethe auf Schritt und Tritt verfolgte. Er sann und verglich, es konnte nicht anders sein, der Schädel musste zur Wirbelsäule gehören, nichts als ein Theil der Wirbelsäule sein. Er war durch das Schwanken im Wahren, wie er sich später einmal bei einer andern Gelegenheit ausdrückt, als „redlicher Beschauer in eine Art von Wahnsinn versetzt". Da, als er 1790 auf dem Judenkirchhof in Venedig einen gebleichten Schafschädel aufhob, „offenbarte sich ihm der Ursprung des Schädels aus Wirbelknochen". Die speciellere Geschichte der vergleichenden Anatomie hat nachgewiesen, wie ungemein fruchtbar diese vermeintliche Entdeckung gewesen, obschon die Sache viel complicirter ist, als Goethe und seine Nachfolger sie sich dachten.

Noch einer wahrhaftigen Entdeckung Goethe's müssen wir gedenken, welche seine eigenste Weise offenbart. Es gilt den Zwischenkiefer des Menschen. Goethe arbeitete im Anfang der Achtzigerjahre in Jena unter Loder's, eines namhaften Anatomen, Anleitung über Knochenlehre. Dass alle höhern Thiere einen die obern Schneidezähne haltenden Knochen als den sogenannten Zwischenkiefer besitzen, ist überaus deutlich. „Hier trat nun der seltsame Fall ein", erzählt Goethe, „dass man den Unterschied zwischen Affen und Menschen darin finden wollte, dass man jenem ein os intermaxillare (Zwischenkiefer), diesem aber keins zuschrieb; da nun aber genannter Theil darum hauptsächlich merkwürdig ist, weil die obern Schneidezähne darin gefasst sind, so war nicht begreiflich, wie der Mensch Schneidezähne haben und doch des Knochens ermangeln sollte, worin sie eingefügt stehen." Es war ihm darum nicht begreiflich, weil sich ihm aus der Vergleichung

in der Natur die Idee gebildet hatte, „dass alle Abtheilungen des Geschöpfes, im einzelnen wie im ganzen, bei allen Thieren aufzufinden sein möchten“. Den Menschen als eine Ausnahme nicht nach diesem Schema zu bemessen, wollte ihm nicht in den Sinn, der Mensch musste einen Zwischenkiefer haben, und entgegen den Ansichten der grössten Anatomen der damaligen Zeit, wie Peter Camper, wies Goethe nach, wie dieser Zwischenkiefer beim Menschen zwar später fast spurlos mit dem eigentlichen Oberkiefer verwächst, während der Entwickelung und in den ersten Lebensjahren aber vollkommen deutlich als eigener Theil vorhanden ist.

Wir haben aus der bisherigen Darstellung schon mancherlei gewonnen. Goethe fand an der Betrachtung des Einzelnen und den Einzelnheiten gar kein Gefallen. Die Natur und die Naturobjecte als Gewordenes, Fertiges machten auf ihn nur den Eindruck, alsogleich das Werden und damit den Grund zu untersuchen. Die Dinge nach den Endursachen, nach einem vorausgesetzten, von der Vorsehung vorausbestimmten Zwecke zu beurtheilen, erschien ihm als „ein trauriger Behelf“, der völlig beseitigt werden müsse. So gibt er der „genetischen Denkweise“ die volle Ehre, deren sich der Deutsche nun einmal nicht entschlagen könne. Er schuf für diese von ihm befolgte Naturbetrachtung, wonach alles Lebendige im innern Zusammenhange, die äussere Gestalt als Andeutung des Innern aufzufassen sei, den Namen der Morphologie, der Gestaltungslehre. Er erforschte, „wie die Natur im Schaffen lebt“, und aus dem Erstaunen über das ewige Gestalten und Umgestalten, aus der Verwirrung, in welche ihn die Mannichfaltigkeit der Gestaltungen versetzte, haben wir ihn herauskommen sehen durch das Suchen und Finden von Urgestalten. Schon vor der Verwirklichung der Metamorphose der Pflanzen, als er von Knochen und ganzen Skeleten in seinem wissenschaftlichen Beinhause in Jena umgeben

war, erschiem ihm als ein Leitstern die Aufstellung eines anatomischen Typus, eines allgemeinen Bildes, „worin die Gestalten sämmtlicher (Wirbel-)Thiere, der Möglichkeit nach, enthalten wären, und wonach man jedes Thier nach einer gewissen Ordnung beschreibe". „Die Erfahrung muss uns vorerst die Theile lehren, die allen Thieren gemein sind und worin diese Theile verschieden sind. Die Idee muss über dem Ganzen walten und auf eine genetische Weise das allgemeine Bild abziehen." Man soll also, von dem Einzelnen abstrahirend, sich in Besitz eines gewissen Urbildes setzen. Da weder der Mensch zum Masstab für die Thiere genommen werden könne, noch umgekehrt die unendliche Complication des Menschen völlig durch die thierische Organisation erklärt würde, so müsse ein über beiden Schwebendes zu Hülfe kommen. An dieses an sich undarstellbare Urbild, dieses Abstractum, und nur an dieses hat sich nach Goethe die Natur in ihrem Schaffen zu halten, „ohne dass sie im mindesten fähig wäre, den Kreis zu durchbrechen oder ihn zu überspringen".

Wenn man Goethe zu einem offenen Verkündiger oder auch nur zu einem gewissermassen poetisch inspiririrten Propheten der Descendenzlehre machen will, so legt man auf seine Aeusserungen über „unaufhaltsam fortschreitende Umbildung" und ähnliche zu viel Werth, oder geht nicht in den Sinn ein, den er damit verbindet. Nehmen wir einmal die folgende Stelle, die unserm Freunde Haeckel als eine entscheidende gilt: „Dies also hätten wir gewonnen, ungescheut behaupten zu dürfen, dass alle vollkommneren organischen Naturen, worunter wir Fische, Amphibien, Vögel, Säugethiere und an der Spitze der letztern den Menschen sehen, alle nach einem Urbilde geformt seien, das nur in seinen sehr beständigen Theilen mehr oder weniger hin und her weicht und sich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet." Ist hier

etwa gemeint, dass die beständigen den unbeständigen Theilen gegenüberzustellen seien? Durchaus nicht.

Goethe hat schon vor Geoffroy St. Hilaire von einem Gesetz gesprochen, was aber kein Gesetz ist und auch nicht ein Ausdruck von Thatsachen, dass die Natur in ihren Bildungen mit einem gewissen Budget schalte, mit dessen Posten sie ausgleichend verfahre. Er scheint nicht gewusst zu haben, dass Aristoteles genau dasselbe behauptet hat, dass die Natur nämlich, wenn sie ein Organ vergrössere, es nur auf Kosten eines andern thäte. Auch ein zweites der vermeintlichen, von dem Franzosen entdeckten Grundgesetze, dass ein Organ eher zu Grunde ginge, als es seinen Platz aufgebe, hat Goethe damals aufgestellt. Die Natur wirthschaftet also nach Goethe immer mit denselben Theilen. Die Natur ist ihm unerschöpflich in der Modificirung und Realisirung des Urbildes, dem aber, „was einmal zur Wirklichkeit gekommen", klebt das zähe Beharrlichkeitsvermögen an, eine vis centripeta, welcher in ihrem tiefsten Grunde keine Aeusserlichkeit etwas anhaben kann. Wenn er also von der täglichen Aus- und Umbildung durch die Fortpflanzung redet, so versteht er in Betreff der schon zur Wirklichkeit gekommenen Geschöpfe nur jenen Verlauf der Entwickelung und Metamorphose, welche ein Bild der unerschöpflich erscheinenden Natur ist. Die Einflüsse, welche die Natur auf die Theile ausgeübt hat, stellt er sich noch gegenwärtig vor, aber von einem eigentlichen Umwandeln bestehender Arten in neue, wie es die heutige darwinistische Descendenzlehre verlangt, ist bei Goethe ganz und gar keine Rede.

Was sollte denn auch nach Goethe's Anschauung umgewandelt werden? Das Urbild doch wol nicht. Er sagt freilich: „So bildete sich der Adler durch die Luft zur Luft, durch die Berghöhe zur Berghöhe. Der Maulwurf bildet sich zum lockern Erdboden, die Phoke zum Wasser, die Fledermaus zur Luft", und im allgemeinen: „Das Thier wird durch Umstände zu Umständen

gebildet.“ Aber die Erläuterungen, welche er in dem Entwurfe vom Jahre 1796 hierzu gibt, zeigen ganz evident, dass an ein Umbilden vorhandener Arten nicht gedacht wird, sondern an blosse Erscheinungsweisen des Typus und Urbildes, wie sie in den gegebenen Arten vorliegen. Da heisst es: „Die Schlange steht in der Organisation weit oben. Sie hat ein entschiedenes Haupt mit einem vollkommenen Hülfsorgane, einer vorn verbundenen untern Kinnlade. Allein ihr Körper ist gleichsam unendlich, und er kann es deswegen sein, weil er weder Materie noch Kraft auf Hülfsorgane zu verwenden hat. Sobald nun diese in einer andern Bildung hervortreten, wie z. B. bei der Eidechse nur kurze Arme und Füsse hervorgebracht werden, so muss die unbedingte Länge sogleich sich zusammenziehen und ein kürzerer Körper stattfinden. Die langen Beine des Frosches nöthigen den Körper dieser Creatur in eine sehr kurze Form, und die ungestaltete Kröte ist nach diesem Gesetze in die Breite gezogen.“ Es ist gut, sich diese etwas triviale Stelle gegenwärtig zu halten, um in die poetische Verherrlichung der Metamorphose der Thiere nicht mehr zu legen, als wirklich darin enthalten ist.

Wenn Goethe in diesem prächtigen Gedicht *sagt:*

> Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,
> Und die Weise des Lebens, sie wirkt auf alle Gestalten
> Mächtig zurück —

so klingt das allerdings, wir geben es zu, höchst verführerisch. Man wird aber ernüchtert oder vielmehr auf den richtigen Standpunkt geleitet, wenn man die höchst anziehenden Bemerkungen Goethe's über d'Alton's Skelete der Nagethiere (1824) liest. Da zeigt es sich, dass Goethe auch nicht im entferntesten an eine thatsächliche Umwandlung eines Nagethieres in ein anderes durch die Nöthigung der äussern Einflüsse denkt. Der Leser mag selbst urtheilen. „Suchen wir das Geschöpf in der Region des Wassers, so zeigt es sich schwein-

artig im Ufersumpfe (das sogenannte Wasserschwein), als Biber sich an frischen Gewässern anbauend; alsdann immer noch einiger Feuchtigkeit bedürfend, gräbt sichs in die Erde und liebt wenigstens das Verborgene, furchtsam-neckisch vor der Gegenwart des Menschen und anderer Geschöpfe sich versteckend. Gelangt endlich das Geschöpf auf die Oberfläche, so ist es hüpf- und springlustig, sodass es aufgerichtet sein Wesen treibt und sogar zweifüssig mit wunderbarer Schnelle sich hin- und herbewegt. Ins völlig Trockene gebracht, finden wir zuletzt den Einfluss der Lufthöhe und des alles belebenden Lichtes ganz entscheidend. Die leichteste Beweglichkeit wird ihnen zutheil, sie handeln und wirken auf das behendeste, bis sogar ein vogelartiger Schwung in einen scheinbaren Flug übergeht." So belegt Goethe den Einfluss der Umgebungen und äussern Verhältnisse auf die Gestaltveränderungen; man sucht ganz vergeblich nach den realen Gestalten, welche verändert werden. Nicht der Biber wird zum mausearţigen Erdgräber; nicht die Maus zur Springmaus; nicht die Springmaus zum Eichhörnchen, dieses nicht zum Flughörnchen, sondern „die unaufhaltsam fortschreitende Umbildung" stellt sich nur dem geistigen Auge dar. In der Wirklichkeit findet auch Goethe nur Angepasstes. So sehr er geneigt ist, Modificationen auf Rechnung der äussern Verhältnisse zu stellen, ebenso entschieden spricht er auf der andern Seite: „Die Theile des Thieres, ihre Gestalt untereinander, ihre Verhältnisse, ihre besondern Eigenschaften, bestimmen die Lebensbedürfnisse des Geschöpfes", und wenn wir innerhalb des eingeschränkten Bildungskreises dennoch die Veränderungen der Gestalt ins Unendliche möglich werden sehen (Entwurf 1796), so abstrahiren wir dies mit den einzelnen durch die ewig eine und schöpferische Natur zur Erscheinung gebrachten Arten als den Variationen des Urbildes.

Mit dem Worte Art sind wir bei dem wichtigsten Punkt unserer Darstellung der Goethe'schen Natur-

anschauung angelangt, wenn nicht etwa schon aus dem Bisherigen sich zweifellos ergeben haben sollte, dass Goethe durchaus nicht als ein wahrer Vorgänger Darwin's angesehen werden könne. Darwin und seine Anhänger behaupten die Veränderlichkeit der sogenannten Pflanzen- und Thierarten. Die Frage ist einfach, ob Goethe auch schon, gleich seinem Zeitgenossen Lamark, von dieser Veränderlichkeit überzeugt war. Wenn er einmal sagt, dass „aus dem Samen immer abweichende, die Verhältnisse ihrer Theile zueinander verändert bestimmende Pflanzen sich entwickeln", so ist das an und für sich zweideutig; es kann auf die Entstehung neuer Arten nnd auch auf die Variabilität der ihrem Wesen nach unveränderlichen Art bezogen werden. Ein andermal spricht er von der „Naturbestimmung" des Pferdes. Ich kann nur eine einzige Stelle in Goethe's Schriften finden, wo von einer wirklichen Umwandlung eines Geschöpfes, wenn nicht zu einer neuen Art, so doch zu einer sehr ausgeprägten constanten Varietät die Rede ist. Ein Dr. Körte lieferte 1820 die Beschreibung eines im Halberstädtischen gefundenen Urstieres und stellte Vergleichungen und Betrachtungen an, wie nach und nach unter dem Einfluss der Zähmung unser vielfach abweichendes Hausrind aus jenem hervorgegangen sei. Dieser Fund und ein anderer in Thüringen (1821), welches letztere Exemplar von Goethe für das Jenaische Museum gewonnen worden, gaben ihm Veranlassung, Körte beizustimmen und die Möglichkeit dieser immerhin leichten Umwandlung mit einem wirklichen Vorkommniss zu illustriren.

Von hier bis zur Anerkennung der Umbildung der Art ist aber immer noch ein weiter Weg, und Goethe hat ihn nicht zurückgelegt. Wir haben eben gesehen, dass der Gedanke, einzelne gegenwärtig lebende Thiere von untergegangenen „Stammrassen" abzuleiten, ihm nicht fremd war. Auch würde die Bemerkung, welche er macht — „haben wir doch von organischen Ge-

schöpfen, die sich in lebendiger Fortpflanzung nicht verewigen konnten, die entschiedensten Reste" — diese Bemerkung würde nicht ausschliessen, dass er im allgemeinen den unmittelbaren, auf directer Fortpflanzung beruhenden Zusammenhang der heutigen Thierwelt mit ganz anders gestalteten fossilen Geschlechtern angenommen hätte. Denn es ist ja ganz richtig, dass viele Arten, Gattungen und Gruppen nicht nur die Blütezeit, sondern auch ihren Verfall und gänzlichen Untergang vor der gegenwärtigen Periode bestanden. Noch mehr. In aphoristischen Aufzeichnungen, die er Probleme nennt, geschrieben vor dem Jahre 1823, spricht er von „charakterlosen Geschlechtern, denen man vielleicht kaum Species zuschreiben darf, da sie sich in grenzenlose Varietäten verlieren", und stellt sie den Geschlechtern gegenüber, „welche einen Charakter haben, den sie in allen ihren Species wieder darstellen, sodass man ihnen auf einem rationellen Wege beikommen kann". Goethe hält sich an dieses Factum, um seine von uns schon oben gewürdigte Idee der Metamorphose zu erläutern, und wir haben nicht das Recht, die charakterlosen oder „liederlichen" Geschlechter im Sinne unseres Darwinismus zu erklären, dass sie solche seien, deren Formen sich nicht befestigt hätten, während die charaktervollen deshalb in wohl unterscheidbare Arten zerfallen, weil eine Menge von Zwischenformen im Verlaufe der Zeit im Kampfe um das Dasein unterlegen sind. Goethe gab diese Probleme seinem kunstsinnigen jungen Freunde Ernst Meyer, um sie zu verarbeiten und seine Betrachtungen dem Altmeister mitzutheilen. Meyer sagt nun: „Je leichter jene (die charaktervollen Gattungen) sich fügen, desto schwerer ist mit diesen (den charakterlosen) fertig zu werden. Wer sie aber mit Ernst und mit anhaltendem Eifer beobachtet und des angeborenen, durch Uebung ausgebildeten Taktes nicht ganz ermangelt, der wird sicherlich, weit entfernt an ihnen sich zu verwirren, die wahrhaften Arten und deren

Charakter aus aller Mannichfaltigkeit der Formen gar bald herausfinden. Sollte wirklich in irgendeiner formenreichen Gattung durchaus keine Grenze, welche die Natur selbst achtet, zu finden sein, was hindert uns dann, sie als eine einzige Art, alle ihre Formen als ebenso viele Abarten zu behandeln? So lange der Beweis fehlt, der schwerlich je zu führen, dass überhaupt in der Natur keine Art bestehe, sondern dass jede, auch die entfernteste Form durch Mittelglieder aus der andern hervorgehen könne: so lange muss man uns jenes Verfahren schon gelten lassen. — Mag nun der Meister den Schüler belehren oder nach alter Sitte ihn vertreten." Und er vertritt ihn, da er das, was der Schüler über die Probleme vermeldet, „als ein Zeugniss reiner Sinn- und Geistesgemeinschaft" in seine morphologischen Schriften aufnimmt.

Es kann keine Frage sein, dass Goethe tiefere Gedanken über die organische Natur hegte, als seine Zeitgenossen. Vergessen wir aber doch auch nicht, dass die Hauptidee von dem sich umwandelnden Urbilde schon vor Goethe und mit Goethe die hervorragenden Geister beherrschte, wie das in meiner kleinen, den Fachgenossen bekannten Schrift: „Die Entwickelung der vergleichenden Anatomie" (1855) zu finden ist. Wenn Peter Camper in seinen populären Vorträgen seine Zuhörer damit amüsirte, dass er auf der Tafel aus einem Pferde eine schöne Frauengestalt hervorgehen liess, wenn er sagt, dass er so in die Studien über Wale vertieft sei und in die Vergleichung derselben mit der menschlichen Bildung, dass ihm alle Mädchen, hübsche wie hässliche, nur als Delphine und Cachelots erschienen, so geschah dies, weil er von einem Urbilde, einer Grundgestalt ausging. Goethe war nur consequenter und verlangte trotz der „peinlichen Ueberlegungen", wie am Affen so auch am Menschen den Zwischenkiefer. Goethe sagt 1807: „Wenn man Pflanzen und Thiere in ihrem unvollkommensten Zustande

betrachtet, so sind sie kaum zu unterscheiden. So viel aber können wir sagen, dass die aus einer kaum zu sondernden Verwandtschaft als Pflanzen und Thiere nach und nach hervortretenden Geschöpfe nach zwei entgegengesetzten Seiten sich vervollkommnen, sodass die Pflanze sich zuletzt im Baume dauernd und starr, das Thier im Menschen zur höchsten Beweglichkeit und Freiheit sich verherrlicht. Aber das ist ja nichts anderes, als eine nach Goethe's „Art zu forschen, zu wissen und zu geniessen" symbolisch verbrämte Wiederholung eines schon fast funfzig Jahre früher von Buffon aufgestellten und vielfach variirten Satzes.

Nicht erst Goethe in seinem Entwurf von 1796 dringt auf die höchst fruchtbare Vergleichung identischer Organe eines und desselben Körpers, das thut schon der geistreiche Vicq-d'Azyr 1786. Mit einem Worte, die Idee des Typus, Urbildes, Grundplanes (*dessein primitif*) war eine Errungenschaft des Goethe'schen Zeitalters, die nur in Goethe einen prägnantern und vielseitigern Ausdruck fand und uns deshalb bestechender erscheint, weil er damit den Begriff der Bewegung und Beweglichkeit verband, dies aber, in seinem ausgesprochenen Bedürfniss nach Symbolen, im figürlichen Sinne.

Wenn Goethe „Gesetze" gefunden zu haben meint, so ist er in derselben Täuschung befangen, in welcher sich die Naturforscher vom vorigen Jahrhundert an bis in die neuesten Zeiten gewiegt haben, indem sie eine blosse Constatirung von Thatsachen für die Erklärung der Thatsachen, die Zurückführung derselben auf ihren Grund hinnehmen. Goethe weiss von einer „Spiraltendenz" und einer „Verticaltendenz" der Pflanze, und gleich werden sie ihm zu „Grundgesetzen des Lebens". Nun sehen wir allerdings das verticale Streben ab- und aufwärts in Wurzel und Stamm, — wir sehen Windungen und Blattspiralen, wir haben diese Thatsachen auch schon in einfachere physikalische und physiologische Phänomene zerlegen können, ohne dass

wir auf den innersten Grund, das wahre Gesetz gekommen wären.

Goethe's Ansicht über die Stellung des Menschen in der Natur ist im Obigen schon mit enthalten. Dass er, ein Geschöpf und Product der Natur, eine Ausnahme von dem ihm offenbar so ähnlichen Thiere machen solle, konnte Goethe nicht zugeben. Er bleibt ihm also unbedingt innerhalb des Typus, „dessen Theile durch alle Thiergeschlechter und Arten immerfort verändert werden". Nun haben wir aber, glaube ich, genügend bewiesen, dass der eben angeführte und ähnliche Aussprüche nur von der in den Geschlechtern und Arten zum Ausdruck gekommenen potenziellen Veränderlicheit des Urbildes zu gelten haben. Also ist ihm auch der Mensch ein in der Idee des Typus und nicht durch die factische Fortpflanzung und Abstammung mit dem Thier verwandtes Product. Dies ist der von ihm gesuchte Aufschluss über die „schönste Organisation". Goethe war hiermit beruhigt.[29]

Von Goethe zu unserm Zeitgenossen Richard Owen ist scheinbar ein weiter Sprung. Allein wenn es uns daran lag, in Goethe eine Stufe der Naturanschauung vorzuführen, welche mit einer zwar blendenden, schliesslich aber doch nur unklaren Formel sich über den Zusammenhang des Lebendigen beruhigt, so wird uns der berühmte englische vergleichende Anatom zeigen, wie man zwar den letzten Schritt thun und sich überzeugen kann, dass die Aehnlichkeit der Arten einzig und allein durch die Blutsverwandtschaft ihre Lösung findet, und wie man dennoch durch Festhalten am Wunder und Dualismus die Frucht der eben erkannten Wahrheit sich aus den Händen gleiten lässt.[30] Unter der persönlichen Anregung Cuvier's, dessen Schüler R. Owen im Jahre 1830 war, suchte er sich Klarheit zu verschaffen über den Grund der Homologien. Hatte Cuvier die Uebereinstimmung der Organe aus dem Zweckbegriff abgeleitet, indem er sagte, Organe seien gleich, weil und wenn sie gleiche Functionen zu

erfüllen hätten, so griff Owen in Goethe's Weise nach einem Urtypus (archetype), um die Einheit in der Mannichfaltigkeit und Verschiedenheit der Ausbildung zu erklären. Die sich im Organismus wiederholenden Reihen, wie die Wirbel, die Aufeinanderfolge der Organismen schienen ihm nicht verständlich durch wunderbare Schöpfungen, sondern durch natürliche Gesetze und wirkende Ursachen, welche die Species in ordentlicher Reihenfolge und allmählicher Vervollkommnung hervorbringen; diese Gesetze und Ursachen sind aber nur Ausführungen eines vorausbestimmenden vernünftigen höchsten Willens.[31] Als einem ausgezeichneten Kenner der fossilen Thierwelt konnte dem englischen Forscher nicht verborgen bleiben, dass, je weiter die geologischen Perioden entlegen, um so allgemeiner und weniger specialisirt die Organisation der Arten sei. Er konnte dies besonders an der Bezahnung der Säugethiere, auch speciell an dem Verhältniss derjenigen Hufthiere durchführen, welche mit den ältern Tertiärzeiten beginnen und nach und nach den Charakter des Einhufers annehmen. Er beantwortet also die Frage, ob die Species durch Wunder oder Gesetz entstehen, damit, dass er das letztere in ununterbrochener Wirkung annehme. Dieses „Gesetz" ist aber etwas ganz anderes, als was die Wissenschaft mit diesem Namen zu bezeichnen pflegt. Warum ist das Pferd geworden? Weil es für den Menschen durch die Gottheit vorausbestimmt und vorbereitet war.[32] Dies soll durch das Ableitungsgesetz (*derivative law*) geschehen. Das ist aber wieder einmal ein inhaltsloses Wort, eine Phrase, welche besagt, das Pferd ist nach und nach zum Pferde geworden, weil es nicht anders hat sein sollen. Die Vorgänger des Pferdes ändern sich für Zwecke des noch nicht existirenden, aber von dem intelligenten Willen schon in Aussicht genommenen Menschen. Jene Vorfahren des Pferdes könnten wir also mit den Naturspielen vergleichen; die Umwandlung geschieht nicht, weil sie aus innern

Gründen geschehen muss, sondern weil es dem intelligenten Willen beliebt. Derartige „Naturgesetze" müssen wir uns verbitten. Owen sagt: „Ich nehme an, dass eine angeborene, angemessene Zeitperioden hindurch wirkende Neigung zur Abweichung vom älterlichen Typus die wahrscheinlichste Art und Weise der Arbeit des natürlichen Gesetzes gewesen, wodurch die Arten sich auseinander entwickelt haben."[33] Er sieht vom Ichthyosaurus bis zum Menschen den Zusammenhang der Abstammung, er verwirft den Einfluss der Umgebung als entscheidend, er verwirft zehnmal alles Wunder, klammert sich aber im nächsten Augenblick an das Wunder, nämlich das der angeborenen Neigung zu einer nicht durch die Umstände gebotenen und von ihnen abhängigen, sondern einem gewissen Künftigen, einem Zwecke dienenden Entwickelung.

So handeln die Halben, welche, die Consequenzen scheuend, durch ein Wort sich mit dem wissenschaftlichen Gewissen abfinden.

Wir sind aber nun zu einem ganzen Manne gekommen, dessen Hauptwerk, *Philosophie zoologique*[34], ein halbes Jahrhundert übersehen und fast vergessen war, bis es durch Darwin, vorzüglich aber durch Haeckel, und in Frankreich in neuester Zeit durch Ch. Martins wieder zu verdienten Ehren gebracht wurde. Das ist J. B. Lamark, der die Abstammungslehre zuerst formulirte und 1804 eigentlich schon alle jene Sätze aufwarf, welche Darwin neu und besser begründete. Lamark sprach es aus, dass nur die unserm Fassungsvermögen gezogenen Grenzen die Aufstellung von Systemen verlangen, während alle systematischen Definitionen und Abstufungen künstlicher Natur seien. Man könne überzeugt sein, dass die Natur weder Klassen noch Ordnungen, Familien, Gattungen oder unveränderliche Arten hervorgebracht habe, sondern nur Individuen, welche aufeinander folgen und denjenigen gleichen, von welchen sie abstammen. Diese Individuen gehören aber unendlich

auseinandergehenden Rassen an, welche nur so lange sich erhalten, als keine Ursache zur Veränderung auf sie einwirkt. Ausgehend von den Species constatirt er, was wir gethan, ihre Unbeständigkeit. Aus der Vergleichung der Thatsachen der Bastardirung und Varietätenbildung ergab sich ihm, „dass alle organisirten Körper wahre Hervorbringungen der Natur sind, nach und nach in einer langen Zeitfolge zu Stande gekommen; dass die Natur in ihrem Fortgange angefangen hat und noch immer wieder anfängt mit der Bildung der einfachsten organischen Körper, und dass sie direct eben nur diese bildet, nämlich jene niedrigsten Lebewesen, welche man mit dem Namen der freiwilligen Zeugungen bezeichnet hat".

Ab- und Umänderungen treten nach Lamark ein durch äussere Einflüsse; sie werden im Verlaufe der Zeiten zu wesentlichen Verschiedenheiten, sodass nach vielen aufeinander folgenden Generationen die Individuen, welche ursprünglich einer andern Species angehörten, sich schliesslich in eine neue umgewandelt finden. Unsere eigene beschränkte Lebenszeit habe uns an ein so kurzes Zeitmass gewöhnt, dass daraus die vulgäre falsche Annahme der Stetigkeit und Unveränderlichkeit hervorgegangen sei. Die Umwandlung vollzieht sich in der Nöthigung der Individuen, den veränderten Lebensverhältnissen sich zu accommodiren. Neue Umstände rufen neue Bedürfnisse wach und neue Thätigkeiten, diese aber neue Gewohnheiten und Neigungen. Ein grosses Gewicht ist auf den Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe zu legen. „In jedem Thiere, welches noch in der Entwickelung begriffen ist, kräftigt der häufigere und nachhaltigere Gebrauch eines Organs nach und nach dasselbe, entwickelt, vergrössert es und gibt ihm eine im Verhältniss zur Dauer dieses Gebrauches stehende Kraft; während der nachhaltige Nichtgebrauch eines Organs dasselbe unmerklich schwächt, verschlechtert, in zunehmendem Masse seine Leistungfähigkeit vermindert und es schliesslich ver-

kommen lässt.“ „Und so zeigt uns“, sagt er, „die Natur die lebenden Wesen nur als Individuen, welche sich in Generationen aufeinander folgen; aber die Arten haben nur eine relative Beständigkeit und sind nur zeitlich unveränderlich.“

Lamark berührt den Kampf aller gegen alle (I, 99 u. a.), findet aber nicht das Wort der natürlichen Züchtung. Er ist sich der beiden Factoren der Vererbung und Anpassung vollkommen bewusst, es fehlt aber seinen Anschauungen und Ueberzeugungen der Nachdruck der detaillirten Beweise. Wie fein er aber das Leben aufgefasst, möge aus seiner Erklärung der Instincte hervorgehen. Alle Acte des Instinctes werden nach ihm vollzogen unter Anregung, welche erworbene Neigungen (penchans acquis) auf das Nervensystem ausüben; und indem diese Acte kein Product einer Ueberlegung, Wahl oder eines Urtheiles sind, befriedigen sie immer sicher und fehlerlos die gefühlten Bedürfnisse und die aus der Angewöhnung hervorgegangenen Neigungen. Wenn aber diese Neigungen zur Erhaltung der Gewohnheiten und zur Erneuerung der darauf bezüglichen Handlungen einmal erworben sind, so vererben sie sich alsdann in den Individuen mittels der Fortpflanzung, welche den Bau und die Disposition der Theile in dem erlangten Zustande erhält, sodass dieselbe Neigung schon in den jungen Individuen sich vorfindet, ehe sie dieselbe ausüben. Allerdings reicht, wie Darwin gezeigt, diese Erklärung nicht für alle Thatsachen des Instincts aus, steht aber doch hoch über der heutigen „Philosophie des Unbewussten“, welche den die Instincte ausführenden Organismus durch ein ausserhalb desselben befindliches metaphysisches Wesen zweckmässig regiert werden lässt. [85]

VII.

Lyell und die neuere Geologie. Darwin's Selectionstheorie. Anfang des Lebens.

Solange die Menschheit auf dem geistigen Gebiete mit Bewusstsein arbeitet, hat es hervorragende Männer gegeben, welche, schneller combinirend als ihre Zeitgenossen, diesen im Begreifen grosser Wahrheiten, im Erkennen wichtiger Gesetze vorauseilten. Man ist aber leicht versucht, ein solches Vorgreifen einzelner zu hoch anzuschlagen, und wird in allen Fällen, wo es sich um dergleichen geistige Grossthaten handelt, herausfinden, dass sie, sozusagen, in der Luft schwebten und dass nur die grössere Spürkraft und eine sogenannte, auf unbewussten Schlüssen beruhende Intuition den Bevorzugten über die minder scharfsichtige Umgebung erhebt.

Grosse wissenschaftliche Wendepunkte, Revolutionen auf geistigem Gebiete bereiten sich langsam vor; selten wird das Losungswort frühreif und den Zeitgenossen unverständlich ausgesprochen; in der Regel, wenn der Umschwung überhaupt nicht ein allmählicher, fast unvermerkter gewesen, sondern wenn durch einen jener erlesenen Geister der Vorhang plötzlich weggezogen wird, fällt es Mitarbeitern und Zuschauern wie Schuppen von den Augen, und es liegt in der Schnelligkeit, mit welcher die neue Anschauung sich Bahn bricht, der beste Beweis, dass sie zur rechten Zeit Gestalt annahm und verkündet ward.

Dass auch die Descendenzlehre nicht als eine ganz überraschende Erscheinung, wenn auch als eine gewappnete Minerva, aus dem Haupte ihres grössten Vertreters, Darwin, hervorsprang, dafür haben wir wenigstens einige der zahlreichen Belege angeführt. Dass ihre Zeit wirklich gekommen war, ja dass es die höchste Zeit war, sollte die Lehre von den Lebewesen,

die allgemeine Biologie, nicht in ganz unwürdiger Weise zurückbleiben, erhellt aus der Entwickelung der Geologie, welche dreissig Jahre vor Darwin nach mancherlei guten Anzeichen den richtigen Weg der Erkenntniss der Ursachen einschlug. Die Lehre von der Bildung und Entwickelung der Erde, namentlich in ihren jüngern Phasen, während welcher es auf unserm Planeten in dem Sinne lebendig wurde und blieb, den wir gewöhnlich mit dem Worte verbinden, diese Wissenschaft der Geologie hängt innig mit unserm grossen Thema zusammen. Die neuere Geologie, wie sie sich besonders an den Namen von Charles Lyell knüpft, musste über kurz oder lang auch zu ähnlicher Behandlung der Pflanzen- und Thierkunde zwingen, und man kann sich nur darüber wundern, dass der Durchbruch so lange auf sich warten liess. Das Verständniss der Descendenzlehre wird daher nothwendigerweise eingeleitet und eröffnet durch einen, wenn auch nur kurzen Hinweis auf die neuere Geologie.

Die erste Auflage von Lyell's *Principles of Geology* erschien 1830. In der zehnten von 1866 war ihm Gelegenheit gegeben, sich den Darwin'schen Lehren, zu deren Entfaltung er so grossen Anstoss gegeben, vollinhaltlich anzuschliessen. Vom Jahre 1872 liegt die elfte Auflage des Meisterwerkes vor. Es handelt sich um die Untersuchung fortdauernder Effecte jetzt wirkender Ursachen, um daraus auf die Vorzeit zu schliessen. Lyell nannte diese Effecte eine Autobiographie der Erde. „Die jetzt auf und in der Erde wirkenden Kräfte", heisst es, „sind nach Art und Mass dieselben, wie die, welche in den entlegensten Zeiten geologische Veränderungen herbeigeführt haben."

Schon sehr früh hat sich, wol infolge verheerender partieller Fluten und Erdbeben, der Glaube an grosse allgemeine Katastrophen gebildet, und Lyell knüpft an die indischen und ägyptischen hierauf bezüglichen Sagen die Bemerkung, dass der Zusammenhang der Ueberlieferung von solchen Katastrophen mit dem

Glauben an wiederholte allgemeine Sittenverderbniss sich leicht erklären lasse.

Am Ende des vorigen Jahrhunderts wurde vereinzelt die Ansicht ausgesprochen, dass das Untertauchen grosser Landstrecken, wie das Auftauchen anderer, langsam geschehen sei, und es bereitete sich die Lehre vor, dass die Mineralmassen in verschiedene Gruppen zerfielen, welche in bestimmter Ordnung aufeinanderfolgten. Da trat Werner auf und gründete eine besondere Wissenschaft: „Geognosie." Er war nicht der erste, der die gesetzmässige Aufeinanderfolge der Gesteine sah und lehrte, aber seine Anregung war eine allgemeine. Von da an datirt der heftige Streit der Vulcanisten und Neptunisten, und in diesen Streit hinein fielen die grossen Entdeckungen Cuvier's über die Thiere der Tertiärformation der Umgebung von Paris. Durch Cuvier's und Lamark's Arbeiten über fossile Thiere stellten sich die Unterschiede der ehemaligen von den heutigen Organismen heraus, und Cuvier's Ansichten, sowol die zoologischen wie die geologischen, errangen den Sieg: es befestigte sich allmählich die Ueberzeugung, dass auf der Erde lange Perioden der Ruhe und des Stillstandes mit kürzern allgemeinen Katastrophen und Revolutionen abgewechselt hätten.[36]

Die Katastrophenhypothese erhielt noch nach dem Erscheinen der Lyell'schen Grundzüge der Geologie ihre specielle Ausbildung durch Elie de Beaumont's Theorie über den Bau und die Entstehung der Gebirgsketten. Doch gleich anfangs trat Lyell dazwischen und zog folgendes Resultat aus einer Vergleichung der zwar langsamen, aber stetigen und bemerkbaren Hebungen und Senkungen, die in der geschichtlichen Zeit vor sich gehen, mit den allfälligen Veränderungen, welche die Organismen unterdessen erlitten: „Mit einem Worte, die Bewegung der unorganischen Welt liegt vor und ist greifbar, und kann dem Minutenzeiger einer Uhr verglichen werden, dessen Vorrücken man sieht und hört, während die Fluctuationen

der lebenden Schöpfung kaum sichtbar sind und der Bewegung des Stundenzeigers gleichen. Nur wenn man ihn aufmerksam einige Zeit beobachtet und das Verhältniss seiner Stellung nach Verlauf einiger Zeit vergleicht, vermögen wir uns von der Wirklichkeit seiner Bewegung zu überzeugen."[37]

Es hatte sich also der sorgfältigen Beobachtung und logischen Deduction gerade das Gegentheil ergeben von dem, was Cuvier behauptete, welcher grossentheils aus der ihm auffallenden Verschiedenheit der aufeinander folgenden Organismen die geologischen Katastrophen ableitete. Während die Botaniker und Zoologen in Cuvier's Sinne fortarbeiteten, gestaltete sich unter Lyell's und seiner Anhänger Händen die Geologie um. Er ging aus von dem zunächst Greifbaren. Dass es zur Zeit der Kohlenformation geregnet, wie heute, sah man aus den Eindrücken von Regentropfen auf Platten jener Formation. Es wurde die bisher vernachlässigte Wirkung der Flüsse, die Absätze der Deltas studirt, die kolossalen Schlammablagerungen, wie sie Nil und Amazonas zeigen, ferner die zerstörende Arbeit der unregelmässigen Bewegungen des Meeres und die theils zerstörende, theils aufbauende Arbeit seiner regelmässigen Strömungen. Es ward gemessen, wie die Gletscher pflügen, reiben und zermalmen, was die Mineralquellen auflösen und absetzen, welche Materialverschiebungen durch die gegenwärtige Thätigkeit ausgeführt wird, wie die Umrisse von Land und Meer durch Hebung und Senkung umgeändert werden. Auch ergab die Vergleichung ehemaliger und heutiger Korallenriffe und Austernbänke, dass diese stillen Bauleute ihre Manieren nicht geändert hatten. Kurz, es erschien die Annahme ausserordentlicher, in der Gegenwart unerhörter Ereignisse und Kräfte durchaus nicht nöthig, nur Zeit, und die stetige Entwickelung der Erdrinde war erwiesen.

So war die Bühne für die sich wiederholenden Acte der Neuschöpfungen der Organismen

nach und nach zusammengefallen, und die Annahme solcher wunderbarer Neuschöpfungen wurde ein Anachronismus, dem durch Darwin's Auftreten ein wohlverdientes Ende bereitet werden musste. Die Descendenzlehre mit dem Darwinismus ist eine geschichtliche Nothwendigkeit.

Charles Darwin ist 1809 geboren und hatte als Naturforscher der Weltumseglung des „Beagle" unter Kapitän Fitzroy von 1831—37 Gelegenheit, reiche Erfahrungen zu sammeln. Seine wichtige Arbeit über die Bildung der Korallenriffe gab die erste genügende Erklärung dieser aus dem Zusammenwirken geologischer Bewegungen und der organischen Thätigkeit der Korallenthiere resultirenden Erscheinung; seine Monographie der Cirripedien zeigt, mit welcher musterhaften Sorgfalt er die minutiösesten Detailverhältnisse zu beobachten und systematisch zu bearbeiten versteht, welche Bemerkung wir uns deshalb zu machen erlauben, weil noch immer die Gegner des grossen Naturforschers sein Verdienst und seine Autorität damit herabzudrücken suchen, dass sie angeben, er sei eigentlich ein mehr in allgemeinen Abstractionen sich bewegender Dilettant[38], der scharfen, den Thatsachen vollständig Rechnung tragenden Beobachtung fremd. Wie Darwin zu seinem epochemachenden Gedanken gekommen, hat er in der Einleitung zu dem ersten sich mit der Descendenzlehre beschäftigenden Werke „Ueber die Entstehung der Arten"[39] mitgetheilt, etwas ausführlicher auch in einem Briefe an Haeckel, welchen letzterer in seiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" veröffentlicht hat. Er lautet: „In Südamerika traten mir besonders drei Klassen von Erscheinungen sehr lebhaft vor die Seele; erstens die Art und Weise, in welcher nahe verwandte Species einander vertreten und ersetzen, wenn man von Norden nach Süden geht; — zweitens die nahe Verwandtschaft derjenigen Species, welche die Südamerika nahe gelegenen Inseln bewohnen, und derjenigen Species, welche diesem Fest-

lande eigenthümlich sind; dies setzte mich in tiefes Erstaunen, besonders die Verschiedenheit derjenigen Species, welche die nahe gelegenen Inseln des Galapagos-Archipels bewohnen; — drittens die nahe Beziehung der zahnlosen Säuge- und Nagethiere zu den ausgestorbenen Arten. Ich werde niemals mein Erstaunen vergessen, als ich ein riesengrosses Panzerstück ausgrub, ähnlich demjenigen eines lebenden Gürtelthieres.

„Als ich über diese Thatsachen nachdachte und einige ähnliche Erscheinungen damit verglich, schien es mir wahrscheinlich, dass nahe verwandte Species von einer gemeinsamen Stammform abstammen könnten. Aber einige Jahre lang konnte ich nicht begreifen, wie eine jede Form so ausgezeichnet ihren besondern Lebensverhältnissen angepasst werden konnte. Ich begann darauf systematisch die Hausthiere und die Gartenpflanzen zu studiren, und sah nach einiger Zeit deutlich ein, dass die wichtigste umbildende Kraft in des Menschen Zuchtwahlvermögen liege, in seiner Benutzung auserlesener Individuen zur Nachzucht. Dadurch, dass ich vielfach die Lebensweise und Sitten der Thiere studirt hatte, war ich darauf vorbereitet, den Kampf ums Dasein richtig zu würdigen; und *meine* geologischen Arbeiten gaben mir Vorstellung von der ungeheuern Länge der verflossenen Zeiträume. Als ich dann durch einen glücklichen Zufall das Buch von Malthus: 'Ueber die Bevölkerung' las[40], tauchte der Gedanke der natürlichen Züchtung in mir auf. Unter allen den untergeordneten Punkten war der letzte, den ich schätzen lernte, die Bedeutung und Ursache des Divergenzprincips."

Dass die Organismen nicht in starre Formen gebannt, sondern variabel sind, ist eine so allgemeine Erscheinung, dass die Variabilität als eine selbstverständliche Eigenschaft des Organischen gilt. Wir werden im nächsten Abschnitt untersuchen, inwiefern wirklich alles Organische der Veränderlichkeit unterworfen

sein muss. Auf der Thatsache dieser Eigenschaft beruht die seit den ersten Anfängen der Jagd und des Ackerbaues unbewusst und bewusst geübte künstliche Züchtung oder Zuchtwahl des Menschen, deren Bedeutung, wie Darwin sagt, „hauptsächlich in dem Vermögen liegt, kaum merkbare Verschiedenheiten auszuwählen, welche nichtsdestoweniger sich als der Ueberlieferung fähig herausstellen, und welche sich häufen lassen, bis das Resultat für das Auge eines jeden Beschauers offenbar wird". Darwin hat in der „Entstehung der Arten" als Beispiel für die methodische Zuchtwahl bei der Rassenerzeugung die Taube gewählt, mit deren Zucht er sich jahrelang auf das eifrigste beschäftigte. Die Taube eignet sich zum Zweck der wissenschaftlichen Beobachtung der Zuchterscheinungen ganz besonders, weil sie wegen ihrer monogamischen Lebensweise sich leicht controliren lässt, weil sie in kurzer Zeit zu auffallenden Abänderungen gebracht werden kann, die Nachrichten über ihre Zucht ziemlich vollständig sind, und weil sie endlich eins der wenigen Hausthiere ist, über deren Stammart kaum ein Zweifel obwaltet. Die Hauptformen der von den Liebhabern hervorgebrachten Rassen lassen sich in folgender Weise gruppiren. Die Kropftauben haben einen mässigen Schnabel, verlängerte Beine und Körper, ihre Speiseröhre ist vom Kropf kaum getrennt und kann aufgeblasen werden. Eine zweite Gruppe umfasst die Boten-, Runt- und Barbtauben, welche im allgemeinen einen langen Schnabel, mit Hautanschwellungen über den Nasenlöchern und nackter oder auch mit Carunkeln versehener Haut um die Augen haben. In eine andere Gruppe mit verkürztem Schnabel und nur gering entwickeltem nackten Augenumkreis gehört die Pfauentaube, bei welcher die normale Zahl von 12 Schwanzfedern bis auf 42 steigen kann, bei verkümmerter Oeldrüse; ferner die Burzeltaube, in welcher der Schnabel eine extreme Kürze erreicht und bei der eine krankhafte, durch Zuchtwahl hervorgerufene

und gesteigerte Disposition des Gehirnes, die sich im Ueberschlagen äussert, seit mehr als zwei und ein halb Jahrhunderten sich vererbt und zur Rasseneigenthümlichkeit befestigt hat. In der vierten Gruppe nimmt die Trommeltaube wegen ihrer eigenthümlichen Stimme eine bevorzugte Stelle ein, auch die Lachtaube, an welche sich noch mehrere Unterklassen anschliessen, die sich nur sehr wenig von der wilden Felstaube (der Columba livia) unterscheiden. Die letztere findet sich, in einige geographische Rassen zerspalten, von den faröerschen und schottischen Küsten bis zu den Mittelmeergestaden und bis nach Indien, und die subtilste Untersuchung, ob jene so fabelhaft voneinander abweichenden Rassen der zahmen Tauben etwa auf acht bis neun wilde Arten oder einzig auf die weitverbreitete Felstaube zurückzuführen seien, schlägt entschieden zu Gunsten des letztern Falles aus. Grössenverhältniss, Färbung und andere Skelettheile, welche in den verschiedenen Rassen viel weiter voneinander differiren, als dieselben Charaktere und Eigenschaften bei wohlgeschiedenen wilden Arten derselben Gattung oder auch Familie, sie verändern sich unter der Hand und nach dem Willen des Menschen, und ganz ausgezeichnet lässt sich gerade auch bei der Taube die Erscheinung verfolgen, welche Correlation des Wachsthums genannt worden ist und darin besteht, dass bei der durch Zuchtwahl beabsichtigten Veränderung eines Organes ein anderes oder mehrere andere in Mitleidenschaft gezogen werden und sich zu unbeabsichtigten Rasseneigenthümlichkeiten umformen.

Darwin's minutiöse Forschungen über die Rassenbildung der Tauben ist in seinem zweiten, die Descendenzlehre behandelnden Werke über das Variiren der Pflanzen und der Thiere im Zustande der Zähmung enthalten, wo sich auch die eingehendsten Untersuchungen über die übrigen Hausthiere finden. Wer Gelegenheit gehabt hat, eine der neuern Hühnerausstellungen zu besichtigen, wird über die Verschiedenheit der Rassen-

formen und über die Reinheit und Gleichförmigkeit innerhalb derselben erstaunt gewesen sein. Nicht mit derselben fast absoluten Sicherheit, wie bei den Tauben, aber doch annähernd gewiss ergibt sich auch für die Hühner eine einzige Stammart, der indische Gallus bankiva. Die von den englischen Landwirthen seit dem vorigen Jahrhundert aus der Mischung des heimischen Schweines mit dem indischen gezogenen Schweinerassen, ausgezeichnet verschieden in ihrer ganzen Erscheinung, Färbung, Grösse der Ohren, Länge der Beine, zum Theil auch Fruchtbarkeit, bewähren ebenfalls das cumulative Zuchtvermögen des Menschen, noch anziehender dürften aber die beiden Rassen des Schafes und des Rindes sein, welche mit den hervorragendsten jener Schweinerassen seit mehr als einem Jahrzehnt auf dem Continent besonders beliebt geworden sind, das Southdown-Schaf und das Shorthorn-Rind. Sie und so viele andere Hausthierrassen sind zu bestimmten Zwecken und für gewisse Vortheile der Wirthschaft und des Verkehrs erzogen und bewähren insgesammt die Plasticität der Art. Die Zuchtwahl arbeitet durch Befestigung anfänglich veränderlicher Merkmale, die in der Regel bei ihrem ersten zufälligen Auftreten nur von dem sorgsamen Kennerauge bemerkt werden. Aber auch nicht wenige Fälle sind constatirt, wo eine zufällige Difformität und eine nur bei einem Individuum plötzlich hervortretende neue Eigenschaft zur schnellen Gründung neuer Rassen sich benutzen liessen. „So wurde", theilt Darwin mit[41], „1791 in Massachusetts ein Widderlamm mit krummen Beinen und einem langen Rücken, wie ein Dachshund, geboren. Von diesem einen Lamme wurde die halbmonströse Otter- oder Anconrasse gezüchtet. Da diese Schafe nicht über die Hürden springen konnten, so glaubte man, sie würden werthvoll sein, sie sind aber von Merinos ersetzt worden und auf diese Weise ausgestorben. Diese Schafe sind merkwürdig, weil sie ihren Charakter so rein fortpflanzten, dass Oberst

Humphreys nur von einem einzigen zweifelhaften Fall hörte, wo ein Anconwidder und ein Mutterschaf nicht einen Anconwurf erzeugt hätten." — „Einen noch interessantern Fall findet man in den Reports der Jury des grossen Ausstellung von 1851, nämlich die Geburt eines Merinowidderlammes auf der Mauchamp-Farm im Jahre 1828, welches durch seine lange, glatte, schlichte und seidenartige Wolle merkwürdig war. Bis zum Jahre 1833 hatte Mr. Graux Widder genug erzogen, um seiner ganzen Heerde dienen zu können, und wenige Jahre später war er im Stande, von seiner neuen Zuchtrasse zu verkaufen. Die Wolle ist so eigenthümlich und werthvoll, dass sie 25 Proc. höhere Preise erhielt, als die beste Merinowolle. Selbst die Vliese von Halbzuchtthieren sind werthvoll und in Frankreich unter dem Namen Mauchamp-Merino bekannt. Als einen Beweis dafür, wie allgemein jede scharf gezeichnete Abweichung in der Structur von andern Abweichungen begleitet wird, ist dieser Fall dadurch interessant, dass der erste Widder und seine unmittelbaren Nachkommen von geringer Grösse waren, mit grossen Köpfen, langen Hälsen, schmaler Brust und langen Seiten. Dieser Fehler wurde aber durch sorgfältige Kreuzungen und Zuchtwahl beseitigt. Die lange, glatte Wolle tritt in Verbindung mit glatten Hörnern auf, und da Hörner und Haare homologe Bildungen sind, so lässt sich die Bedeutung der Correlation wohl verstehen. Läge der Ursprung der Mauchamp- und Anconrassen ein oder zwei Jahrhunderte zurück, so würden wir keinen Nachweis über deren Geburt haben, und viele Naturforscher würden ohne Zweifel, besonders bei der Mauchamprasse, behaupten, dass jede von einer unbekannten Stammform abstammte oder mit ihr gekreuzt worden sei."

Vergleicht man die Obsorge für die Hausthiere in kleinen, vom aufmunternden Weltverkehr abgelegenen Bauernwirthschaften mit der raffinirten Rassenzucht auf den grossen Gütern, und steigt man von jenen

abwärts zur Behandlung der wenigen Hausthiere oder des einen zahmen Thieres, des Hundes, bei wilden Völkern, so verschwindet die bewusste künstliche Zuchtwahl mehr und mehr, wird aber überall, wo der Mensch Pflanze und Thier an seinen Wohnsitz fesselt, wenigstens unbewusst ausgeübt. Das starke Thier, die reichlicher Nahrung gebenden Pflanzenindividuen werden ohne besondere Ueberlegung zur Fortpflanzung verwendet, und so ist die unbewusste Zuchtwahl von der methodisch geübten nicht zu trennen. Die Einleitung und Fortführung der Rassenbildung wird natürlich erleichtert durch die Möglichkeit, die zur Zucht auserlesenen Thiere in neue Umgebungen und Lebensbedingungen zu bringen, und es wird die Bildung neuer Rassen begünstigt durch die Leichtigkeit, mit welcher die Züchtung die Kreuzung der in der Bildung begriffenen Formen mit schon vorhandenen Rassen verhindern kann.

Ohne Zweifel sind eine Menge von Hausthierrassen nicht in dem Zustande, dass man sie als neue Arten bezeichnen kann, das will sagen, sie befinden sich mit ihren angezüchteten neuen Eigenschaften nur in einem Zustande künstlicher Stetigkeit und fallen, der zufälligen und regellosen Vermischung mit andern Rassen und der Stammrasse preisgegeben, nach und nach in dieselbe zurück. Dass aber überhaupt alle unbewusst oder bewusst gezüchteten Rassen keine neue Arten seien und, dem Naturzustande wieder überlassen, rückschlägig würden, ist eine willkürliche und unrichtige Behauptung. Gesetzt, man überliesse sämmtliche Hühnerrassen sich selbst, so muss zwar die Möglichkeit zugegeben werden, dass in Indien einzelne Formen sich rückwärts in das Bankivahuhn verwandelten, dass aber in Europa und Amerika nimmer aus unsern verwilderten Hühnerrassen die indische Stammrasse zum Vorschein kommen, sondern sich höchstens einzelne neue allgemeiner verbreitete und nach geographischen Bezirken constant bleibende Mischformen bilden würden,

liegt auf der Hand. Noch niemand hat behaupten können, dass die verwilderten und von der Obsorge des Menschen gänzlich verlassenen Hunde des Orientes zu Wölfen oder Schakalen, ihren muthmasslichen Vorfahren, geworden seien. Sie werden „schakalähnlich", womit jedermann ausdrückt, dass der vor Jahrtausenden zum Hausthier gewordene und gezüchtete Hund seine erworbenen Arteigenthümlichkeiten auch unter den zu der Entäusserung günstigsten Umständen bewahrt. Jene Versicherung, die Hausthiere seien keine neuen Arten, ist um so hinfälliger, als von manchen Hausthieren die Stammarten gänzlich unbekannt sind, so wie Schaf und Ziege, über deren Vorfahren man nur vage Vermuthungen aufstellen kann. Auch die älteste uns bekannte Schafrasse, das ziegenhörnige Schaf aus den schweizerischen Pfahlbauten, gibt keine Auskunft, und auf dem Wege des Experimentes den Rückfall der heutigen Schafe zur Stammform zu beobachten, ist völlig unmöglich. Dass das Pferd von einer gestreiften Stammart abzuleiten sei, ist wahrscheinlich, eine solche ist aber trotz der vielen Generationen, in welchen sich die grossen Heerden verwilderter Pferde in Südamerika ungestört fortpflanzten, nicht zum Vorschein gekommen. Die feinen Untersuchungen Rütimeyer's über das Hausrind haben gezeigt, dass zu seiner Bildung in Europa mindestens drei, als Arten wohl unterschiedene Formen der Diluvialzeit, Bos primigenius, longifrons und frontosus beitrugen. Diese Arten lebten einst geographisch getrennt, aber gleichzeitig, und sie sind mit ihren specifischen Eigenthümlichkeiten untergegangen und aufgegangen in unsern zahmen Rassen. Diese Rassen vermischen sich unbedingt fruchtbar miteinander, erinnern in Schädel- und Hornbildung an die eine oder andere der ausgestorbenen Arten, bilden aber in ihrer Gesammtheit eine neue Hauptart. Dass aus ihren Rassen einmal wieder die drei oder eine der Stammarten im reinen

ursprünglichen Zustande hervorgehen könnten, wäre eine ganz lächerliche Behauptung.

Bei allen diesen zuletzt genannten Hausthieren, Hund, Schaf, Ziege, Pferd, Rind, ist nun die Umänderung zu einer Periode der menschlichen Cultur eingetreten, wo man an eine künstliche Züchtung im heutigen Sinne nicht entfernt dachte, und wo der Hauptfactor der Umbildung, abgesehen von der unwillkürlichen und unbewussten Zuchtwahl, einfach in der veränderten Lebensweise lag. Hiermit werden wir zu den Abänderungen im Naturzustande und zur natürlichen Zuchtwahl geführt. Beide, die natürliche wie die künstliche Zuchtwahl, beruhen auf der unbestrittenen Thatsache der individuellen Verschiedenheiten der nächst verwandten Pflanzen- und Thierindividuen; auch das hat sich uns schon oben herausgestellt, dass zweifelhafte Arten nicht, wie die alte Schule wollte, Ausnahmen sind, sondern dass nur die mangelhafte Kenntniss des Artenmaterials daran schuld ist, dass nicht alle Arten als zweifelhaft und künstlich betrachtet werden. Erinnern wir uns hier nochmals daran, dass auch die strengsten Speciessystematiker in vielen Tausenden von Fällen nicht anzugeben wissen, wo ihre Arten anfangen und aufhören, wie da beispielsweise Darwin eine Mittheilung von H. C. Watson anführt, dass 182 britische Pflanzen, welche gewöhnlich als Varietäten betrachtet werden, alle auch schon von einzelnen Botanikern als selbständige Arten in Anspruch genommen wurden.[42] Darwin's unsterbliches Verdienst besteht nun darin, gezeigt zu haben, welche Macht auf die als veränderlich vorliegenden Individuen und Arten einwirkt, und welche Resultate aus dieser Einwirkung hervorgehen müssen. Er hat die Schlüssel in dem zu einem Wahrzeichen und Gemeingut unserer Zeit gewordenen Worte „Kampf ums Dasein" (*struggle for life* *) gefunden und damit

* Wallace's Antheil an diesem Ruhm am Schlusse dieses Kapitels.

die Begründung und Theorie einer Lehre gegeben, deren Wahrheit schon lange vor ihm einem Geiste wie Lamark klar geworden war. Er hat die Abstammungslehre durch die Selectionstheorie begründet, indem er nachwies, dass in der Natur durch den Kampf um das Dasein eine der künstlichen Zuchtwahl vergleichbare Auslese des Bessern nnd Passendern vor sich gehe, welche neue Rassen und neue Arten erzeugt.

Auch der Kampf um das Dasein, dieses bellum omnium contra omnes, ist eine unbestrittene und unabweisliche Thatsache, welche wir hier in ihren weitesten Beziehungen nehmen. Nicht blos das Raubthier kämpft gegen die Pflanzenfresser, welche wiederum durch stärkere Vermehrung, Schnelligkeit und List sich im Gleichgewicht zu halten suchen; auch das allmähliche Vordrängen einer Pflanze ist ein Ringen mit natürlichen Hindernissen, bei dessen Siege in der Regel andere Pflanzen in ihren Lebensbedingungen geschädigt werden. Könnte die Vermehrungsfähigkeit eines beliebigen Organismus schlechthin und uneingeschränkt wirken, so würde jedes Wesen für sich in einer kurzen Reihe von Jahren die Erdoberfläche oder die Gewässer in Anspruch nehmen. Aber eines hält das andere im Zaum, und zu den lebendigen Feinden eines jeden Geschöpfes gesellen sich Klima und alle Einwirkungen der Umgebung, der Wechsel der Jahreszeiten, mit denen der Körper sich abfinden muss. Die Organismen leben nur auf Kosten anderer und für andere, und der Friede und die Stille der Natur, die von dem Dichter besungen werden, lösen sich vor dem prüfenden Auge in eine unendliche Unruhe und Hast auf, das Dasein zu behaupten und zu befestigen, in welchen nur der Gedanke der sichtbaren und nothwendigen Vervollkommnung den Beobachter vor einer pessimistischen Weltanschauung retten kann. Die einfachsten Beispiele für das Abhängigkeitsverhältniss der Lebewesen untereinander sind zwar die besten und am meisten überzeugenden, welche grosse Folgen aber von

scheinbar geringfügigen Umständen und Verknüpfungen abhängen, und wie höchst zusammengesetzt das Getriebe zur Erhaltung des Gleichgewichts, hat Darwin mit einigen Beispielen belegt, welche wir, obschon sie seitdem tausendmal wiederholt sind, uns auch vorzubringen erlauben. Während im Süden und Norden von Paraguay verwilderte Rinder, Pferde und Hunde in Menge vorkommen, fehlen sie in Uruguay. „Azara und Rengger haben gezeigt, dass die Ursache dieser Erscheinung in Paraguay in dem häufigern Vorkommen einer gewissen Fliege zu finden ist, welche ihre Eier in den Nabel der neugeborenen Jungen dieser Thierarten legt. Die Vermehrung dieser so zahlreich auftretenden Fliegen muss regelmässig durch irgendein Gegengewicht und vermuthlich durch andere parasitische Insekten gehindert werden. Wenn daher gewisse insektenfressende Vögel in Paraguay abnähmen, so würden die parasitischen Insekten wahrscheinlich zunehmen, und dies würde die Zahl der den Nabel aufsuchenden Fliegen vermindern; dann würden Rind und Pferd verwildern, was dann wieder (wie ich in einigen Theilen Südamerikas wirklich beobachtet habe) eine bedeutende Veränderung in der Pflanzenwelt veranlassen würde. Dies müsste nun ferner in hohem Grade auf die Insekten und hierdurch auf die insektenfressenden Vögel wirken, und so fort in immer verwickeltern Kreisen.“ Ein anderes Beispiel aus Darwin's Schatze ist vielleicht noch anregender. „Ich habe“, sagt er[43], „durch Versuche ermittelt, dass Hummeln zur Befruchtung des Stiefmütterchens oder Pensées (Viola tricolor) fast unentbehrlich sind, indem andere Bienen sich nie auf dieser Blume einfinden. Ebenso habe ich gefunden, dass der Besuch der Bienen zur Befruchtung von mehrern unserer Kleearten nothwendig ist. So lieferten z. B. mir 20 Köpfe weissen Klees (Trifolium repens) 2290 Samen, während 20 andere Köpfe dieser Art, welche den Bienen unzugänglich gemacht waren, nicht einen Samen zur Entwickelung

brachten. Ebenso ergaben 100 Köpfe rothen Klees (Trifolium pratense) 2700 Samen, und die gleiche Anzahl gegen Hummeln geschützter Stücke nicht einen! Hummeln allein besuchen diesen rothen Klee, indem andere Bienen den Nektar dieser Blume nicht erreichen können. Auch von Motten hat man vermuthet, dass sie zur Befruchtung des Klees beitragen; ich zweifle aber wenigstens daran, dass dies mit dem rothen Klee der Fall ist, indem sie nicht schwer genug sind, die Seitenblätter der Blumenkrone niederzudrücken. Man darf daher wol als sehr wahrscheinlich annehmen, dass, wenn die ganze Gattung der Hummeln in England sehr selten oder ganz vertilgt würde, auch Stiefmütterchen und rother Klee sehr selten werden oder ganz verschwinden würden. Die Zahl der Hummeln hängt in einem beträchtlichen Masse von der Zahl der Feldmäuse ab, welche deren Waben und Nester zerstören. Oberst Newman, welcher die Lebensweise der Hummeln lange beobachtet hat, glaubt, dass durch ganz England über zwei Drittel derselben auf diese Weise zerstört werden. Nun hängt aber, wie jedermann weiss, die Zahl der Mäuse in grossem Masse von der Zahl der Katzen ab, sodass Newman sagt, in der Nähe von Dörfern und Flecken habe er die Zahl der Hummelnester grösser als irgendwo anders gefunden, was er der reichlichern Zerstörung der Mäuse durch die Katzen zuschreibe. Daher ist es denn völlig glaublich, dass die Anwesenheit eines katzenartigen Thieres in grösserer Anzahl in irgendeinem Bezirk durch Vermittelung zunächst von Mäusen und dann von Bienen auf die Menge gewisser Pflanzen daselbst von Einfluss sein kann."

Der Kampf ums Dasein entbrennt um so heftiger, je verwandtschaftlich näher einander die Mitbewerber stehen; denn je verschiedenartiger die Bedürfnisse nahe beieinander wohnender Organismen sind, um so weniger sind diese einander im Wege, um so mehr kann jeder für sich seine Umgebung ausnutzen. Hiergegen scheinen

zwar gleich die grossen Reihen der geselligen Pflanzen und Thiere zu sprechen, allein auch sie machen bei näherer Betrachtung keine Ausnahme, indem sie oft gerade durch ihre Menge einander gegenseitig die Existenz ermöglichen und erleichtern und gerade auch nur in dem Grade sich vermehren, als die Nahrungsmasse es zulässt. Tritt bei den geselligen Pflanzen und den Heerdenthieren eine Ueberproduction ein, so beginnt augenblicklich die Concurrenz und der Kampf, und überhaupt wird ganz unbedingt das Leben ebenso geregelt, wie bei den an Individuenzahl minder auffallenden Arten. Unser Satz, dass die Heftigkeit des Kampfes mit der Nähe der Verwandtschaft steigt, gilt also allgemein. Selten wird ein so rasch verlaufender Vernichtungskrieg geführt, wie zwischen der Hausratte (Mus rattus) und der Wanderratte (Mus decumanus), und viel häufiger haben wir den Eindruck, dass die einen Wohnbezirk theilenden Glieder einer Art, z. B. Hasen und Hirsche, einträchtig miteinander verkehren, als dass sie sich das Dasein verkümmern sollten. Und doch ist dem so. Die beiden mächtigen Triebfedern der Erhaltung des Individuums und der Erhaltung der Art spornen unausgesetzt zum Kampfe an, und unter ihrem Einfluss tritt jedes Lebewesen, die Pflanzen eingeschlossen, in den Kampf mit den Artgenossen der nächsten Umgebung ein. In dieser Concurrenz um die Nahrung, verbunden mit der Abwehr gegen alle möglichen Feinde und andere Mitbewerber um die übrigen Vortheile der Existenz, behält der Stärkere Recht, der Listigere, der Geschicktere, kurz der mit irgendeinem Vortheil ausgerüstet mit seinen Nebenbuhlern sich messen kann. Nicht nur beim Kampf um die Weibchen, bei jeder Gelegenheit der Concurrenz werden die schwächern Individuen abgeschlagen und findet eine Auslese der stärkern und bessern statt. Aber die anfänglich geringen, oft kaum bemerkbaren Vortheile, geistige wie körperliche, welche jenen Individuen zum Siege und zum Ueberleben der die zufälligen Vortheile

entbehrenden oder schwächern Artmitgliedern verhalfen, haben Aussicht, fortgepflanzt zu werden, in den nächsten Generationen sich zu befestigen und zu steigern in wiederholter Auslese. Diese Auslese ist also ein natürlicher und nothwendiger Verlauf der Dinge, und es ist klar, dass sie nicht nur in ganz allgemeiner und vager Bedeutung Anwendung findet etwa auf den äussern Habitus, Grösse und Stärke der Individuen, sondern dass bei der thatsächlichen Variabilität und Plasticität der organischen Formelemente, auch einzelne Theile und Organe in bestimmter vortheilhafter Richtung abgeändert und vervollkommnet werden können, um der Rasse und Art eine höhere Stellung in der umgebenden Welt zu verschaffen.

Ausser dem allgemeinen Resultate des Rechtes des Stärkern, wo es sich um den Fortpflanzungstrieb handelt, kommt in diesem Gebiete noch eine andere sehr einflussreiche Erscheinung zur Geltung, welche von Darwin als geschlechtliche Zuchtwahl bezeichnet und sehr ausführlich in dem Werke über die Abstammung des Menschen bearbeitet worden ist. Hier gilt es in erster Linie um die Bildung von Geschlechtseigenthümlichkeiten der Männchen, um secundäre Eigenschaften, durch welche sie in den Bewerbungen um die Weibchen unterstützt werden, in zweiter erst um die Rückwirkungen dieser Eigenthümlichkeiten auf die Umänderung und Vervollkommnung der Art überhaupt.

Der Grundgedanke der Selectionstheorie Darwin's ist also, dass in der Natur die Rolle des cumulativen Wahlvermögens des Rassen züchtenden Menschen durch den Kampf ums Dasein ersetzt wird, und dass durch die mit der Zeit eintretende Cumulirung anfänglich geringer, dann immer mehr hervortretender Vortheile die niedrigern Organismen in höhere verwandelt werden. Die Wirkung ist eine unausgesetzte. „Man kann figürlich sagen, die natürliche Zuchtwahl sei täglich und stündlich durch die ganze Welt beschäftigt, eine

jede, auch die geringste Abänderung zu prüfen, sie zu verwerfen, wenn sie schlecht, und sie zu erhalten und zu vermehren, wenn sie gut ist. Still und unmerkbar ist sie überall und allezeit, wo sich die Gelegenheit darbietet, mit der Vervollkommnung eines jeden Wesens in Beziehung auf dessen organische und unorganische Lebensbedingungen beschäftigt.“ “

Die folgenden Abschnitte werden uns näher in die Theorie, ihre Wahrheit, Möglichkeit, Anwendung und Bestätigung einführen, während wir schon jetzt uns mit einigen Einwendungen gegen dieselbe, und zwar entweder speciell gegen die Selectionstheorie, oder gegen sie sammt der Umwandlungslehre als Ganzes, bekannt machen wollen, deren wichtigste schon Darwin selbst sich vorgelegt und beantwortet hat.

Wenn, so sagt man, alle Lebewesen in einem directen, ununterbrochenen Zusammenhange miteinander stehen sollen, wo sind die unendlich vielen Zwischenformen geblieben, welche nothwendig existirt haben müssen? Unser Blick richtet sich zuerst auf die jetzt lebenden Organismen, und da sie nach der Theorie die Endspitzen eines unendlich verzweigten Baumes sein sollen, welche offenbar sich dicht drängen und jede für sich nach allen Seiten in Varietäten auseinander gehen müssen, so verlangen wir die Zwischenformen zu den jetzt nebeneinander bestehenden Arten. Wir können uns nun auf die früher (Seite 83 fg.) gegebenen Nachweise berufen, dass wirklich in ganzen grossen Gruppen von Organismen die neuere wissenschaftliche Forschung nichts anderes als Zwischenformen hat entdecken können. Auch wird die Reise, welche Kerner in seinem Büchelchen über „Gute und schlechte Arten“ mit dem Botaniker Simplicius aus dem europäischen Westen nach dem Osten unternimmt, dem nach weitern Material begierigen Leser eine ergötzliche Menge liefern. Die Verbreitung der Cytisusarten, welche derselbe Naturforscher eingehend untersucht hat, zeigt gleichfalls das lückenloseVorhandensein

von Verbindungsformen auf den Grenzgebieten von Arten, deren Verbreitungsmittelpunkte mehr oder weniger weit auseinander liegen. Es geht aus allen diesen Beispielen, welche nach Tausenden zählen, hervor, dass ein grosser Theil sich im Stadium der relativen Stetigkeit befindet. Dass aus diesem Grunde ihre Zwischenformen nur in der Vergangenheit gesucht werden können, ist ebenso wenig wunderbar, spricht nicht im geringsten gegen die Richtigkeit der Descendenzlehre, und die Forderung nach Zwischenformen zu diesen local und zeitweilig formbeständigen Arten zeigt nur, wie wenig diesenigen, welche sie stellen, das Wesen der Descendenz begriffen haben. Es handelt sich aber bei dem Einwurf hauptsächlich um solche Zwischenformen, welche die Arten mit den zeitlich vor ihnen liegenden Stammarten verbinden. Nach der Theorie waren die jetzt lebenden Arten durch Formen von der Qualität der Varietäten, der „werdenden Arten", mit ihrer Stammart verbunden, die Stammarten wieder mit ältern u. s. w., sodass eine unendliche Anzahl von Formenvarietäten existirt haben muss. Wir haben zwar früher (S. 88) ebenfalls den Beweis geliefert, dass der Uebereifer der Paläontologen Arten, auch nach Tausenden zählend, aufgestellt, wo blosse Umwandlungsformen und Varietäten vorhanden; wir haben erwähnt, dass eine Reihe ausgezeichneter Paläontologen der Gegenwart die Fehler ihrer Vorgänger gut zu machen bemüht sind und die ununterbrochenen Uebergangsreihen aus den tiefern in die neuern Schichten klar legen, wo jene mit grossem Aufwande von Scharfsinn Artcharaktere ausgespürt zu haben meinten. Dennoch muss man zugeben, dass die Anzahl von Uebergangsformen, welche bisher wirklich gefunden sind, verschwindend klein ist gegen die unzählbare Menge, welche existirt haben müssen. Dieser Mangel lässt sich aber vollkommen befriedigend erklären. Wir kennen von den versteinerungführenden Schichten einen sehr geringen Theil, und mit demselben

Rechte, wie Lamark am Anfang dieses Jahrhunderts, können wir noch heute auf die Armuth der Sammlungen hinweisen. Wo immer der Paläontolog heute zugreift, findet er Zwischenformen, und das Material häuft sich von Tag zu Tag in dem Masse, als man es braucht. Man verlangt jedoch zu viel und verkennt die Bedingungen der Erhaltung, wenn man meint, alle Zwischenformen, welche je existirt haben und nach ihrer Leibesbeschaffenheit sich ganz oder theilweise zur Erhaltung eigneten, müssten auch wirklich erhalten worden sein. Im Gegentheil, die grösste Anzahl derselben ist sicher spurlos verschwunden. Mindestens die Hälfte aller geologischen Ablagerungen wurde während langsamer Hebungen wieder zerstört. Denn von dem Zeitpunkt an, wo ein früher in grösserer Tiefe liegender Meeresboden mit seinen wohlconservirten Einschlüssen wieder bis in das Bereich der Oberflächenbewegung emporgehoben ist, kann er zerbröckelt und zernagt werden, und die in ihm enthaltenen Versteinerungen haben nun dasselbe Schicksal, wie gewöhnlich die Reste der Bewohner seichter Ufer: sie werden vom Geröll zerrieben. Dazu kommt noch die sehr wichtige Erwägung, dass die die Uebergänge vermittelnden Formen meist eine kürzere Lebensdauer, nicht als Individuum, sondern als Form, gehabt haben werden, als die uns als Arten erscheinenden ständigen Varietäten, wie unter anderm auch der so lehrreiche Steinheimer Fund zeigt. Die Uebergangszeiten von einem geologischen Horizont zum nächstfolgenden gleichen hierin den Grenzgebieten zweier geographischen Bezirke. Die Strecke des Uebergangs vom einen zum andern ist besonders geeignet, die Veranlassung zur Umformung der sie passirenden Organismen zu geben. Diese Umformung vollzieht und befestigt sich aber erst auf dem neuen Bezirk. So sind die Uebergangszeiten in der geologischen Reihe die Perioden der verhältnissmässigen Unruhe. Während derselben war die Nöthigung zur Anpassung und Umformung für die

Pflanzen- und Thierwelt am grössten, die Existenzbedingungen aber zugleich am ungünstigsten; die Individuenzahl der zur Umbildung gelangenden Arten musste sich nothwendig verringern und konnte erst wieder in den darauf folgenden Ruheperioden steigen. Es ist daher nicht zu verwundern, dass der Katalog der Zwischenformen so sehr lückenhaft ist; ihr Mangel wird aber auch nur von denjenigen bemerkt, welche sie durchaus vermissen wollen. Zur Herstellung des wissenschaftlichen Beweises der Descendenzlehre haben wir eine Ueberfülle von ihnen.

Mit dem vermeintlichen Mangel an Uebergängen hängt ein anderer oft gehörter Einwurf zusammen: dass nämlich zu wiederholten malen ganze Gruppen verwandter Arten plötzlich aufgetreten seien. Wenn man auch sonst die morphologischen und anatomischen Zwischenstufen sähe, so fehle bei diesen Gruppen, den Flugeidechsen, Vögeln u. a. aller Zusammenhang und jede Verknüpfung mit etwaigen vor oder mit ihnen lebenden Stammarten. Diese Ausstellung ist eine der schwächsten und gedankenlosesten, wenn sie erhoben wird, nachdem man sich überhaupt einmal über die Ursache des Fehlens von Zwischenformen Rechenschaft zu geben versucht hat. Sie ist nur ein specieller Fall in der Alternative, dass entweder alle Arten auf dem natürlichen Wege entstanden sind, den die in so ausreichendem Masse vorhandenen Uebergangsformen bezeichnen, oder alle durch Wunder. In den Fällen, welche man hier als grobes Geschütz spielen lässt, ist die Lücke bis zu den Stammarten allerdings grösser als da, wo es sich blos um den Sprung von Art zu Art oder Gattung handelt. Die für die minder auffallenden leeren Stellen gegebenen Erklärungen bedürfen aber kaum einer Erweiterung, um auch hier zu genügen. Das Dunkel über die Herkunft der Vögel beginnt sich eben jetzt zu erhellen; warum soll nicht im nächsten Jahre der Ursprung der Flugeidechsen klarer werden?

Eine besondere Schwierigkeit scheinen der Theorie die sehr vollkommenen Organe zu bereiten, namentlich die Sinneswerkzeuge mit ihren so complicirten Apparaten. In der That, nimmt man z. B. das Auge der Wirbelthiere, wir dürfen nicht einmal sagen, nur der höhern Wirbelthiere, so ist der wunderbare Bau desselben wohl geeignet, die lebhaftesten Zweifel an der Descendenz und Selection zu erregen. Factisch liegt uns in den Reihen der Wirbelthiere auch nicht die Reihe von niedrigsten Anfängen vor, welche wir nothwendig als einst vorhanden voraussetzen müssen. Denn das Fischauge steht an Complicirtheit nur wenig gegen das Sehorgan der Säugethiere zurück, und der Lanzettfisch ist völlig augenlos, gibt also auch keinen Fingerzeig. In andern Thierstämmen aber sehen wir in der systematischen Reihe der Jetztwelt noch alle möglichen Abstufungen, welche uns ein Bild davon geben, wie in der paläontologischen Reihe allmählich das vollkommene Organ aus den einfachsten Anfängen hervorgegangen. Die niedern Krebse bieten die denkbar einfachsten lichtempfindenden Werkzeuge dar, andere zu höherer Ausbildung gelangte Krebse besitzen etwas vollkommenere, nicht blos lichtempfindende, sondern auch bilderzeugende Augen, zwischen welchen und den in ihrer Art höchst vollendeten Augen der zehnfüssigen Krebse noch eine ganze Anzahl von Augenbildungen vertreten sind, welche es deutlich machen, wie auch diese Organe unter das Gesetz der langsamen Anhäufung und Befestigung kleiner Vortheile fallen. In Betreff der Gehör- und Geruchswerkzeuge kann man sich in jedem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie überzeugen, dass schon die jetzt noch lebenden Wirbelthiere Entwickelungsreihen darbieten, welche die plötzliche und unbegreifliche Entstehung dieser Organe gleich im vollendeten Zustande abweisen. Wie dieselben in noch niedrigern Stufen, als sie jetzt die eigentlichen Fische zeigen, ausgesehen haben, darüber belehrt uns theils der Lanzettfisch, theils können wir

es uns nach den betreffenden Sinneswerkzeugen der niedrigen Weichthiere, Gliederthiere und Würmer vorstellen. Darwin hat das aus den Einrichtungen der vollkommensten Organe sich etwa ergebende Bedenken gegen seine Lehre so formulirt, dass er sagt, er würde seine ganze Theorie preisgeben, wenn man ihm nachweisen könne, dass irgendeins dieser Organe sich unmöglich aus niedern Stufen durch allmähliche errungene Verbesserung habe bilden können. Diesen Nachweis hat noch niemand unternommen, er wird auch nie mit Erfolg unternommen werden, da jedes tiefere Eindringen in die vergleichende Anatomie der Sinneswerkzeuge das Gegentheil zeigt. Von höchster Bedeutung für das Verständniss der vermeintlich untadelhaft vollkommenen Sinnesorgane und ihrer Ableitung aus niederer Stufe, ist der gewöhnlich ganz übersehene Umstand, dass sie neben einer Menge von Vollkommenheiten auch eine Reihe von Unvollkommenheiten und unzweckmässigen oder hinderlichen Einrichtungen besitzen, wie vor allen Helmholtz am Auge gezeigt hat.

Wir haben aber noch einen Punkt zu prüfen, welcher Bedenken gegen die Zulässigkeit der Descendenzlehre erwecken kann, merkwürdigerweise noch sehr wenig von ihren Gegnern ausgebeutet und von Darwin auch nur im Vorübergehen berührt worden ist. Darwin theilt in der „Entstehung der Arten" mit, dass H. C. Watton, wir wissen nicht wo, der Divergenz des Charakters, also der Neigung der Varietäten und Arten, sich voneinander zu entfernen, eine „Convergenz des Charakters" entgegengestellt habe. Es sei denkbar, dass von verschiedenen Gattungen abstammende Arten sich unter Umständen so einander näherten, dass sie schliesslich unter eine Gattung zusammenfielen. Der Begründer der Selectionstheorie hat sich begnügt, auf die grosse Unwahrscheinlichkeit eines solchen Vorganges hinzuweisen, der in dieser Einfachheit übrigens kaum das Wesen und die Wahrheit der Theorie beeinträchtigen wird. Er

sagt: „Es ist unglaublich, dass die Nachkommen zweier Organismen, welche ursprünglich in einer auffallenden Art und Weise voneinander abwichen, später je so nahe convergiren sollten, dass sie sich einer Identität durch ihre gesammte Organisation näherten. Wäre dies eingetreten, so würden wir, unabhängig von einem genetischen Zusammenhang, derselben Form wiederholt in weit voneinander entfernt liegenden geologischen Formationen begegnen; und hier widerspricht der Ausschlag des thatsächlichen Beweismaterials jeder derartigen Annahme.“ [45] Wir sehen, ein theoretischer Einwurf wird theoretisch widerlegt. Aber obgleich die Wahrscheinlichkeit einer bis zum Gleichwerden ausgedehnten Convergenz eine äusserst geringe ist, und sie durch den paläontologischen Befund nicht unterstützt wird, so lässt sich doch ihre absolute Unmöglichkeit von vorn herein nicht behaupten, und ich selbst habe in meinen Untersuchungen über die atlantischen Spongien auf solche sich bis zum Verwechseln nähernde Artengruppen hingewiesen. Chalina und Reniera sind zwei wohl unterschiedene, sogar verschiedenen Familien angehörige Gattungen. Höchst wahrscheinlich hat sich von Chalina die Gattung Chalinula mit ihren höchst unbeständigen Arten abgezweigt, nicht umgekehrt, und die Formen von Reniera gehen ebenfalls in solche in keinem Charakter fest zu haltenden Arten über, die von den Chalinula-Arten auch von dem scrupulösesten Beschreiber nicht zu trennen sind. Wenn also die Convergenz oder die Annäherung von Zweigen verschiedenen Ursprungs nicht principiell ausgeschlossen werden kann, so bleibt der günstigste Fall der Uebereinstimmung aber doch noch im Bereiche der Analogienbildung, wo unter gleichen Anpassungsverhältnissen verschiedene Stämme zu denselben, die vollkommene Aehnlichkeit herbeiführenden Auskunftsmitteln und Differenzirungen gedrängt worden sind. Auch lehrt uns ein Ueberblick über die Welt der Organismen, dass in den höhern Regionen eine solche

Deckung der Enden ungleicher Ursprünge immer undenkbarer wird, und dass sie, wie meine Spongienstudien lehren, nur da allenfalls eintreten können, wo die Organismen aus sehr einfachen, nach wenigen Richtungen hin sehr veränderlichen und von den äussern Verhältnissen sehr leicht beeinflussten Factoren bestehen. Von einer ernstlichen Gefährdung der principiell allgemein gültigen Divergenz durch den Ausnahmsfall der Convergenz kann keine Rede sein.

Wenn wir oben von der Möglichkeit eines nicht leichten Bedenkens gegen die Descendenzlehre sprachen, so haben wir damit auch einen andern Fall von Convergenz im Sinne gehabt. Wir meinen nämlich solche ähnliche Endresultate bei divergenten Reihen, welche darin bestehen, dass in hoch organisirten Thiergruppen, welche nur in einem Zusammenhang durch niedrige Stammformen gebracht werden können, gewisse wichtige Organe in ihren Einrichtungen und Vollkommenheiten die grösste Uebereinstimmung zeigen. Es ist zur Zeit völlig unentschieden, wo und wann die wahren Insekten von den wasserathmenden Krebsthieren sich abgetrennt haben; ja einige Naturforscher neigen sich der Ansicht zu, dass diese beiden Klassen von einem tiefer liegenden gemeinsamen Stamme entsprungen seien. So viel ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Trennung in Krebse und Insekten stattfand, als die Ausbildung ihrer Sehwerkzeuge noch nicht jenen Grad der Vollkommenheit erreicht hatte, den wir heute bei den stieläugigen Krebsen und den Insekten antreffen. Gleichwol stimmen sie nicht blos in den gröbern Verhältnissen überein, sondern, wie Max Schultze nachgewiesen, bis in das feinste mikroskopische Detail. Wenn auch hier, wie unten näher erörtert wird und sich für unsern Standpunkt von selbst versteht, der Zweckbegriff als Erklärungsprincip ausgeschlossen ist, auch die einfache Vererbung in beiden Reihen, so haben wir einen andern befriedigenden Ausgang zu suchen. Der oben mitgetheilte Fall der

convergirenden Spongienarten mag ein, wenn auch nur spärliches Licht werfen auf die dunkeln Pfade der organischen Werkstatt. Erinnern wir uns hier einmal an Goethe's von uns schon citirtes Wort: „Das Thier wird durch Umstände zu Umständen gebildet.“ Vielleicht lässt sich in der Zukunft etwas damit anfangen, denn es handelt sich wirklich darum, zu erforschen, wie die Umstände, nämlich gerade die im Bereich der Sinneswerkzeuge wirkenden und bestimmenden Agentien auf einfaches Material einen solchen Einfluss ausüben, dass die sonst weit auseinander gehenden Nachkommen der verschiedenen Besitzer jenes einfachen Materials oder unvollkommener Organe nicht nur Gleiches leistende, sondern nahezu gleichgebaute vollkommneere Organe erlangt haben. Noch nie hat der Darwinismus behauptet, schon alles erklärt zu haben; aber auch an diesem Punkte wird er nicht scheitern, im Gegentheil, die Anregung zu tiefern Untersuchungen mit schönen Erfolgen gegeben haben. Ein anderes Beispiel von Annäherung in divergenten Reihen geben die Augen der höchsten Weichthiere, der Cephalopoden, verglichen mit denen der Wirbelthiere; allein hier bleibt es doch bei einer, wenn auch auffallenden Analogie. Nur der mikroskopische Bau der Nervenhaut ist in beiden Abtheilungen, mit Ausnahme der umgekehrten Reihenfolge ihrer Schichten von innen nach aussen, höchst übereinstimmend. Der Fall erscheint, an sich betrachtet, sehr verwickelt und ohne Aussicht auf Lösung; er vereinfacht sich aber ausserordentlich, wie oben angedeutet, wenn man die Frage verallgemeinert, etwa so: In welcher Weise werden die noch indifferenten Nervenendigungen von der specifischen Einwirkung der Licht- und Schallwellen u. s. w. afficirt, um die Form und Beschaffenheit specifischer Endorgane anzunehmen? Die Ergründung dieser Verhältnisse mag noch fern liegen; uns musste nur darauf ankommen, den Vorwurf der Unzulänglichkeit der

Theorie zu beseitigen, indem wir die Möglichkeit der Untersuchung nach unsern Gesichtspunkten zeigten.

Indem von Darwin die Wirkungen der Naturzuchtwahl bei der Fortpflanzung und Abstammung ins Licht gesetzt und dieses Princip auf alle Erscheinungen der organischen Welt angewendet wurde, ist durch die so befestigte und begründete Descendenzlehre die Systematik der Umwandlung thatsächlich unterworfen worden, welche Lamark vergeblich anstrebte. Die Systematik stellte die Organismen nach äussern und innern Aehnlichkeiten zusammen. Woher diese grössere oder geringere Uebereinstimmung, die Abstufung, die Mannichfaltigkeit, wusste sie nicht zu beantworten. Man meinte Grosses erreicht zu haben, indem man von Grundformen der Typen sprach, ohne dass man sich über das innerste Wesen dieser gleich den Ideen über den Erscheinungen schwebenden Typen Rechnung ablegen konnte. Nun ist der Typus zum Stamm geworden, und die Systematik hat die durchaus klare Aufgabe, die Stammbäume der verschiedenen Gruppen der Lebewesen wiederzugeben und untereinander zu verbinden. Die Kenntniss der Stammbäume hat nunmehr erst einen wahrhaft wissenschaftlichen Inhalt im Vergleich zur alten Typensystematik; denn die Stammbäume lassen sich nicht construiren ohne die Erkenntniss ihres Wachsthums und der Ursachen, aus welchen die Aeste, Zweige und Sprossen getrieben sind. Jeder Stamm begreift also alle Formen, welche von einer einfachen Stammform abstammen. Die alte Systematik musste zufrieden sein, die Gliederung der einzelnen Typen auszuarbeiten und ihre Grenzen abzustecken, dann die Typen nach allgemeinen morphologischen und physiologischen Principien gegeneinander abzuschätzen, um ihren relativen Werth festzustellen, alles ohne Bewusstsein der natürlichen Ursachen dieser thatsächlichen Verhältnisse. Die Descendenzlehre verknüpft die Stammformen der Typen abermals unter dem Gesichtspunkt der Blutsverwandtschaft und schreitet tiefer

und tiefer bis zu den einfachsten Organismen und dem Anfang des Lebens.

Ehe wir uns jedoch über den Ursprung des Lebens, eine der Säulen der Descendenzlehre, zu verständigen suchen, erscheint es zweckmässig, die Frage zu berühren, ob die in ihren Mitteln und Wirkungen in den folgenden Kapiteln noch näher zu erläuternde natürliche Zuchtwahl alle Abänderungen der organischen Wesen erklärt, ob zur Erklärung dieser Umwandlungen immer die Zuchtwahl zu Hülfe gerufen werden muss? Mit andern Worten, ob die Selectionstheorie allen Anforderungen zur Begründung der Descendenzlehre entspricht oder der Verbesserung fähig und bedürftig ist? Wir können dies um so unbefangener thun, als, wie neuerdings wieder der scharfsinnige Verfasser des Buches „Das Unbewusste vom Standpunkt der Physiologie und Descendenztheorie" bemerkt hat[46], die Wahrheit der Descendenzlehre unabhängig ist von der Tragweite und Zulänglichkeit der Darwin'schen Theorie. „Dieses Verhältniss", heisst es, „wird von den meisten Gegnern Darwin's verkannt; indem dieselben Gründe für die Unzulänglichkeit der natürlichen Auslese im Kampf ums Dasein vorbringen, glauben sie in der Regel ebenso viele Gründe gegen die Stichhaltigkeit der Descendenztheorie vorgebracht zu haben. Beides hat aber direct gar nichts miteinander zu thun; es wäre ja möglich, dass Darwin's Theorie der natürlichen Zuchtwahl absolut falsch und unbrauchbar und dennoch die Abstammungslehre richtig wäre, dass nur die causale Vermittelung der Abstammung einer Art von der andern eine andere als die von Darwin behauptete wäre. Ebenso wäre es möglich, dass zwar theilweise die von Darwin entdeckten Vermittelungsursachen des Uebergangs statthätten, zum andern Theil aber Uebergangserscheinungen vorlägen, welche bisjetzt nicht durch diese Annahme erklärt werden konnten, und daher entweder eine ergänzende Hülfshypothese zu der Darwin'schen verlangten,

oder gar ein coordinirtes Erklärungsprincip erforderten, das bis heute ebenso wenig entdeckt wäre, wie das Darwin'sche es vor 20 Jahren war. Eine solche theilweise Unkenntniss in den wirkenden Ursachen des Ueberganges aus einer Form in die andere kann die allgemeine Wahrheit der Descendenztheorie ebenso wenig beeinträchtigen, wie das Fehlen gewisser Zwischenformen, oder die in manchen Fällen noch bestehende Unsicherheit, von welcher gegebenen Form eine gegebene andere abstamme. Wenn selbst früher, wo noch jede Kenntniss über die den Uebergang vermittelnden Ursachen fehlte, die Abstammungslehre den bedeutendsten Köpfen aus allgemeinen naturphilosophischen und apriorischen Gründen gesichert erschien, so kann jetzt, wo durch Darwin und Wallace die unzweifelhaft wichtigste, wenn nicht allein hinreichende Ursache des Uebergangs als überall wirksam und als für zahlreiche Fälle ausreichend klar und schlagend nachgewiesen ist, um so weniger mehr ein Zweifel an der Descendenztheorie bestehen."

Wir haben diese Worte eines geistreichen Philosophen allen denjenigen vorhalten wollen, welche so barock sind, das Kind mit dem Bade auszuschütten, und die Descendenzlehre ins Herz getroffen zu haben meinen, wenn sie so glücklich gewesen sind, an Darwin's Selectionstheorie einige Austellungen machen zu können. Leistet also die Selectionstheorie alles? Sie leistet Vieles und Grosses, reicht aber in manchen Fällen, wie es scheint, nicht aus, und in andern Fällen bedarf man ihrer nicht, sondern findet die Lösung der Artbildung in anderweitigen natürlichen Bedingungen.

Ein entschiedener Anhänger der Umwandlung und begeisterter Verehrer Darwin's, Moritz Wagner, glaubte ein sogenanntes „Migrationsgesetz" aufstellen zu können, nämlich das Gesetz, dass „die Migration der Organismen und deren Coloniebildung die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl" sei.[47] Nach

seiner Meinung entständen nur dann neue Arten, wenn in der Varietätenbildung begriffene kleinere Mengen von Individuen geographisch isolirt würden, da nur auf diese Weise die Kreuzung mit den zurückbleibenden und von der Umwandlung nicht ergriffenen Artgenossen unmöglich gemacht, also der Rückschlag und das Verschwinden der noch nicht befestigten Charaktere verhindert würde. Dass Isolirung oft sehr vortheilhaft auf die Artbildung einwirkt, ist eine ganz allgemein anerkannte, namentlich an den Inselfaunen leicht zu constatirende Thatsache, dass aber die Artenbildung nur unter Mitwirkung der Isolirung vor sich gehen könne, ist von Weismann gründlich widerlegt worden.[48] Er hat gezeigt, dass „eine Kreuzung der beginnenden Varietät mit der Stammform durch Isolirung nicht vermieden wird", wenn auch das Beispiel des Steinheimer Sees die Bildung neuer Arten inmitten der alten betreffend, sich als ungeeignet herausgestellt hat. Schon früher hatte Wagner auf den Einwand Haeckel's, dass bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung der niedrigen Wesen der Einfluss der Kreuzung gar nicht zu befürchten sei, die Nothwendigkeit der Isolirung auf die höhern Organismen mit getrennten Geschlechtern beschränkt. Allein Weismann macht mit vollem Rechte geltend, dass die Thatsache der Trennung der Geschlechter, über deren Hervorgehen aus einstigen hermaphroditischen Arten man wol einig ist (die Schöpfungs-Gläubigen natürlich ausgenommen), als eines der ausgezeichnetsten Beispiele der Varietätenbildung auf demselben Terrain dem Wagner'schen „Migrationsgesetz" den Boden entzieht.

Wie wir schon oben erwähnt, scheint es, dass wenn einmal der Anstoss zur Varietätenbildung da ist, diese Tendenz sich schnell ausbreitet. Der Nachweiss solcher Variationsperioden tritt aus den früher (S. 86 ff.) angeführten paläontologischen Arbeiten hervor. Fällt in eine solche Periode Isolirung, so bewirkt sie die Befestigung neuer Varietäten zu Arten ohne natür-

liche Züchtung. Wie Darwin in seiner Schrift über die Entstehung des Menschen anerkennt, hat er dieser Bildung sogenannter morphologischer Arten früher zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Wir verstehen darunter Arten, welche von ihren Stammarten sich nicht durch irgendwelche physiologische Vortheile unterscheiden, sich also nicht über sie erheben, auf welche also das Princip der Zuchtwahl im strengen Darwin'schen Sinne keine Anwendung findet. Zwei Schmetterlingsarten, welche nur in einigen Tupfen und Zeichnungen, in einigen Zacken der Flügel voneinander abweichen, sind nach unserm Ermessen von vollkommen gleichem physiologischen Werthe; es sind morphologische Arten. Weismann begründet den Satz, „dass die Färbung und Zeichnung der obern Flügelfläche bei Tagschmetterlingen, mit Ausnahme der Fälle von Mimicry und von schützender Totalfärbung als rein morphologische Charaktere der Art aufzufassen sind", und führt an andern Beispielen aus, „dass neue, wie morphologische Charaktere unter gewissen Umständen und innerhalb eines ziemlich kleinen Spielraums blos durch die Wirkung der Isolirung fixirt werden können". Auf die Nichtanwendbarkeit der natürlichen Züchtung auf die Hervorbringung der rein morphologischen Abänderungen hatte zuerst Nägeli hingewiesen.[49] Mit Bezug hierauf sagt der in seiner Bescheidenheit so grosse Darwin: „Ich gebe jetzt, nachdem ich die Abhandlung von Nägeli über die Pflanzen und die Bemerkungen verschiedener Schriftsteller, besonders die neuerdings vom Professor Broca[50] in Bezug auf die Thiere geäusserten gelesen habe, zu, dass ich in den frühern Ausgaben meiner Entstehung der Arten wahrscheinlich der Wirkung der natürlichen Zuchtwahl oder des Ueberlebens des Passendsten zu viel zugeschrieben habe. Ich habe die fünfte Ausgabe der «Entstehung» dahin abgeändert, dass ich meine Bemerkungen nur auf die adaptiven (d. h. die für die nöthigen Anpassungen sich vortheilhaft erweisenden)

Veränderungen des Körperbaues beschränkte. Ich hatte früher die Existenz vieler Structurverhältnisse nicht hinreichend betrachtet, welche, soweit wir es beurtheilen können, weder wohlthätig noch schädlich zu sein scheinen, und ich glaube, dies ist eins der grössten Versehen, welche ich bisjetzt in meinem Werke entdeckt habe.“ [51]

Wir möchten meinen, dass das Versehen, dessen sich Darwin anklagt, so gross nicht ist, indem es sich hier um die mehr gleichgültigen, für die grosse Erscheinung der fortschreitenden Entwickelung indifferenten Arten handelt, deren Entstehung aus der blossen Veränderlichkeit und allenfalls, wie wir oben gesehen, der Mitwirkung der Isolirung vollkommen verständlich ist. Dem Werthe der natürlichen Züchtung geschieht durch die Entbehrlichkeit der Theorie für die Erklärung der rein morphologischen Arten nicht der geringste Abbruch. Für gewisse Fälle der Mimicry oder der Bildung der natürlichen schützenden Masken und Nachahmungen, für das Verständniss der organischen Schönheit scheint die natürliche Züchtung nicht auszureichen. Was beweist es weiter, als dass, wie wir alle wissen, die künftigen Geschlechter den Bau weiter zu führen haben? Die Zuthaten, welche die Gegenwart der Selectionstheorie hat bringen können, sind kaum nennenswerth.

Indem der Typus zum Stamm geworden, und das System als der kürzeste Ausdruck oder die Zusammenfassung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Organismen an der Wurzel des Stammbaums eine Anzahl niedrigster und einfachster Organismen, vielleicht nur eine einzige Urform unserer Vorstellung aufnöthigt, müssen wir uns mit dem Problem des Anfangs des Lebens auseinandersetzen. Noch in neuester Zeit, im März 1873, hat Max Müller in Uebereinstimmung mit vielen Meinungsgenossen wieder proclamirt, dass die Darwin'sche Theorie in Anfang und Ende verwundbar sei [52] — *„the Darwinian theory vulnerable at the beginning*

and at the end". Ob das Ende des Darwinismus, nämlich die Anwendung der natürlichen Zuchtwahl auf die Entstehung des Menschen und seiner einzigen charakteristischen Eigenthümlichkeit, der Sprache, erhebliche Angriffspunkte biete, haben wir noch Gelegenheit zu untersuchen. Was aber der berühmte Sprachforscher den verwundbaren Anfang des Darwinismus, die Entstehung des Lebens, nennt, hat mit dem eigentlichen Darwinismus, der natürlichen Züchtung, eigentlich gar nichts zu thun, es sei denn, dass man das Princip der Zuchtwahl auch auf die unorganische Körperwelt ausdehnt. Wir verstehen aber natürlich den Einwurf, welcher der Descendenzlehre, nicht der Selectionstheorie die Basis entziehen will und den Anfang des Lebens als unbegreiflich und übernatürlich darstellt, um für die Uebernatürlichkeit der Sprachschöpfung einen Präcedenzfall zu haben. Zwischen Anfang und Ende dürfen wir Naturforscher walten nach Belieben. Es ist aber merkwürdig, dass man gerade von der Seite, welche uns gern Mangel an philosophischer Methode und Schlussfolgerung vorwirft, hier, wo das materielle Substrat nicht vorhanden, der Naturforschung die Berechtigung der Consequenz des Gedankens streitig macht. Auf der letzten Seite der „Entstehung der Arten" sagt Darwin: „Es ist wahrlich eine grossartige Ansicht, dass der Schöpfer den Keim alles Lebens, das uns umgibt, nur wenigen oder nur einer einzigen Lebensform eingehaucht hat, und dass, während unser Planet den strengen Gesetzen der Schwerkraft folgend, sich im Kreise schwingt, aus so einfachem Anfange sich eine endlose Reihe der schönsten und wundervollsten Formen entwickelt hat und noch immer entwickelt." Mit diesem Zugeständniss ist sich Darwin allerdings untreu geworden, und es befriedigt weder diejenigen, welche an das fortdauernde Schöpfungswerk eines persönlichen Gottes glauben, noch die Anhänger der natürlichen Entwickelung. Es ist geradezu unverträglich mit der Descen-

denzlehre, oder, wie Zöllner[53] sagt: „Die Annahme eines Schöpfungsactes (für den Beginn des Lebens) wäre keine logische, sondern nur eine willkürliche Begrenzung der Causalreihe, gegen welchen sich unser Verstand auf Grund des ihm innewohnenden Causalitätsbedürfnisses sträubt.“ Wer dieses Bedürfniss nicht hat, dem ist nicht zu helfen, und er ist nicht zu überzeugen. Man bricht eben mit der gesammten Erkenntnisstheorie, wenn man den Anfang des Lebens inmitten einer sonst ununterbrochenen Entwickelung als einen willkürlichen Schöpfungsact setzen will.

Man pflegt die Entscheidung über den Beginn des Lebens von dem Standpunkt abhängig zu machen, den man zur Frage über die Möglichkeit der Urzeugung oder freiwilligen Zeugung (Generatio aequivoca), in der gegenwärtigen Zeit einnimmt. Ein solches Verfahren ist nach unserer Meinung nur halb richtig. Die subtilsten Versuche über die freiwillige Entstehung, sei es aus organischem Stoffe, sei es aus Elementen, welche noch nicht zu Moleculen organischer Stoffe zusammengetreten waren, sind nach keiner Seite hin entscheidend gewesen. Weder die Unmöglichkeit noch die Möglichkeit ist experimental zu beweisen; immer bleibt für den Zweifler die Ausflucht, zu sagen, wenn nichts wird, dass eben die Umstände des Experimentes an dem Mislingen der Urzeugung schuld sind, und, wenn etwas zum Vorschein kommt, dass trotz aller Vorsichtsmassregeln doch die Keime ihren Weg in die Infusion gefunden hätten. Die Ansicht über noch jetzt fortdauernde Urzeugung ist also schliesslich nur ein Ausfluss der gesammten Naturanschauung des Einzelnen. Wer die Möglichkeit offen hält, dass noch heute Lebendiges sich aus dem Unlebendigen ohne Vermittelung von Vorfahren erzeugt, für den ist die Ueberzeugung der ersten Entstehung des Lebens auf diesem natürlichen Wege ohne weiteres selbstverständlich. Aber selbst wenn der Beweis geführt würde, der nie geführt

werden kann, dass in der Jetztwelt Urzeugung nicht stattfindet, so würde der Schluss falsch sein, dass sie nie stattgehabt habe. Als unser Planet bei jener Stufe der Entwickelung angelangt war, wo der Wärmegrad der Oberfläche die Bildung von Wasser und das Bestehen eiweissartiger Substanzen zuliess, waren die Mengen und Mischungsverhältnisse der Bestandtheile der Atmosphäre andere als jetzt. Tausend Umstände, die wir heute nicht in unserer Gewalt haben, und über deren mögliche Beschaffenheit nachzugrübeln überflüssig ist, konnten die Bildung des Protoplasma, dieses Urorganismus, aus den Atomen seiner Bestandtheile herbeiführen.

Der einstige Anfang des Lebens ist also ebenfalls factisch nicht zu demonstriren; die Annahme des Eintrittes des Lebendigen zu einer bestimmten Zeit der Entwickelung auf natürlichem Wege ist aber eine logische Nothwendigkeit, und nicht im entferntesten ein verwundbarer Punkt der Descendenzlehre.[54]

Wir haben oben nur im Vorübergehen einen Mann erwähnt, der zwar nicht auf der Höhe Darwin's steht, aber den Ruhm hat, unabhängig von jenem ebenfalls das Gesetz der natürlichen Zuchtwahl entdeckt und, nachdem Darwin mit seiner grundlegenden Arbeit hervorgetreten war, die Selectionstheorie durch eine Fülle selbständiger Beobachtungen gestützt zu haben. Das ist Alfred Russel Wallace.[55] Er wies in einem 1855 veröffentlichten Aufsatz die Abhängigkeit der Flora und Fauna von der geographischen Lage und geologischen Beschaffenheit des Verbreitungsbezirkes nach, und den engsten Zusammenhang der Arten nach Zeit und Raum mit früher vorhandenen verwandten Arten; und in einer zweiten Arbeit über die Neigung der Varietäten, vom Urtypus unbegrenzt abzuweichen, aus dem Jahre 1858, finden wir die Bedeutung des Kampfes ums Dasein (*the struggle for existence*) erörtert, die Folgen der Anpassung, die Auslese des Nützlichen

und den Ersatz der frühern Arten durch die befestigten werthvollern Varietäten. Wir werden wiederholt Gelegenheit haben, aus dem reichen Brunnen seiner Untersuchungen zu schöpfen.

VIII.

Vererbung. Rückschlag. Veränderlichkeit. Anpassung. Folgen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Organe. Differenzirung führt zur Vervollkommnung.

Die beiden Eigenschaften der organischen Wesen, welche das Verhältniss der Nachkommen zu den Erzeugern bestimmen und regeln und den Individuen ihre Stellung in der umgebenden Welt anweisen und erringen helfen, sind die Fähigkeiten der Vererbung und Anpassung.

Die Vererbung ist das conservative Princip, die Anpassung das fortschrittliche. Doch ist nicht alle Vererbung auf die Unveränderlichkeit gerichtet, und zahlreiche Fälle der Anpassung ziehen morphologischen und physiologischen Rückschritt nach sich. In der Klarlegung der vererbten Eigenthümlichkeiten der Organismen reconstruiren wir ihren Stammbaum; an den durch die Anpassung erworbenen Eigenschaften erproben wir die Biegsamkeit des Organismus im Laufe der Zeit und verfolgen die Verzweigungen des Stammbaums. Organismengruppen mit vorherrschend conservativem Princip legen damit allerdings für ihre Widerstandskraft im Kampfe ums Dasein Zeugniss ab, kommen aber in ihrem physiologischen Werthe nicht weiter und werden von den progressivern, sich in die Hindernisse der Welt einlassenden und aus ihnen Vortheil ziehenden Gruppen überflügelt, wofür ja auch das menschliche Leben so viele Belege liefert.

Da die Erscheinungen der Vererbung greller hervorzutreten pflegen, als die Folgen der Anpassung, so hat die frühere Naturforschung die letztere fast gänzlich vernachlässigt. In der That, welche Vergleichung in der organischen Natur kann man wol häufiger und allgemeiner anstellen, als dass die Nachkommen den Aeltern ähnlich sind? Zwar hat ein Anatom in einem eigenen Buche den Satz durchführen wollen, dass die Aehnlichkeit der Kinder nicht auf der Vererbung beruhe, sondern ein Resultat der gleichen und ähnlichen, in den Familien vorherrschenden Einflüsse, Sitten und Gewohnheiten sei. Allein diese paradoxe Lehre bedarf keiner besondern Widerlegung. Es ist ganz richtig, dass gleiche Gewohnheiten und gleiche äussere Veranlassungen eine gewisse Gleichförmigkeit in Haltung und Miene hervorrufen; wenn aber der kleine Sohn des gravitätisch einherschreitenden Geldmannes seinen Vater copirt, so kann es uns doch nicht einfallen zu behaupten, er habe ihm auch die grosse oder kleine Nase u. s. w. abgeguckt oder aus dem gleichen Anpassungsbedürfniss erhalten. Wir haben jene, dem allgemeinen Bewusstsein zuwiderlaufende Spitzfindigkeit nur erwähnen wollen, und constatiren in Uebereinstimmung mit demselben die Uebertragung der *älterlichen* Eigenthümlichkeiten auf die Nachkommen. Die Thierzucht insbesondere hat Gelegenheit gehabt, diese Uebertragungen speciell zu beobachten und aus der Combination und Beeinflussung der verschiedenen Formen und Grade der Vererbung ihre so staunenswerthen Fortschritte herzuleiten.

Bekanntlich werden nicht blos die normalen Zustände vererbt; auch Monstrositäten pflanzen sich durch mehrere Generationen fort oder können sich sogar, wie uns oben das Beispiel der krummbeinigen Schafe in Massachusetts zeigte, zu Rassencharakteren befestigen. Es bedarf auch nur des Hinweises auf die Erblichkeit von Krankheitsanlagen, körperlichen wie geistigen, um uns diese innigste Verknüpfung der

Nachkommen mit den Vorfahren zu vergegenwärtigen. Erst seitdem die Selectionstheorie die Modalitäten der Vererbung körperlicher Eigenschaften zum Gegenstande tiefern Studiums gemacht hat, konnte die allgemeine und die Völkerpsychologie die Anregung empfangen, auch auf dem geistigen Gebiete den Einfluss der Vererbung zu würdigen und nachzuweisen, wie mit den molecularen Besonderheiten des Gehirns auch die Anlage des Charakters und der Intelligenz der Individuen und ganze Vorstellungsreihen nach Stärke und Inhalt bei den verschiedenen Volksstämmen und Völkerfamilien sich nach den Gesetzen der Vererbung richten.

Es liegt auf der Hand, dass der Schlüssel für die Erscheinungen der Vererbung im Vorgang der Fortpflanzung zu suchen ist. Die molecularen Bewegungen und Anregungen, welche dabei stattfinden, die über alle Vorstellung minimalen mechanischen Uebertragungen lassen sich freilich nicht beobachten, sie sind jedoch nicht „dunkler" oder „räthselhafter", wie man sie gern nennt, als die unsichtbaren und doch nicht übernatürlichen Bewegungen, auf deren Controle und Berechnung das stolze Gebäude der theoretischen Chemie und Physik sicher ruht. Mit dem Fortschritt von der ungeschlechtlichen zur geschlechtlichen Fortpflanzung und von den einfachen zu den vollkommnern Organismen wächst die Schwierigkeit des Vorstellens, aber nicht des abstracten Begreifens. Wenn ein niedriges Wesen, eine Monade, sich theilt, so weichen die Theilindividuen nur durch die geringere Körpermasse von dem Mutterindividuum ab, und der Unterschied, wie sie jetzt functioniren, von dem, was sie als Theile des Ganzen leisteten, ist der Qualität nach Null. Auch wo sich Knospen und Keime von einem mütterlichen Organismus loslösen, ist die materielle Mitgift der Sprösslinge so gross, dass die Gleichheit der Form und Function von Erzeuger und Erzeugtem als selbstverständlich und natürlich erscheint. Aber

auch bei der geschlechtlichen Fortpflanzung der zusammengesetztesten Organismen handelt es sich unter allen Umständen, wie wir seit Widerlegung der alten Lehre von der aura seminalis wissen, um die Ablösung materieller Theile der älterlichen Organismen. Es bleibt ein mechanischer Vorgang, der nicht unbegreiflich und nur dann unerklärlich erscheint, wenn wir den natürlich vergeblichen Versuch machen, das Unendlichkleine, welches dabei mechanisch und chemisch thätig ist, uns sinnlich vorstellen zu wollen. Darwin hat im „Variiren der Pflanzen und Thiere" eine provisorische Hypothese der Pangenesis aufgestellt. Er sagt, dass alle Erscheinungen der Vererbung und des Rückschlags dadurch möglich würden, dass in jedem Elementartheile des Organismus fast unendlich viele Keime producirt würden, welche sich in den Fortpflanzungsstoffen, also in jedem Ei, jedem Samenkörperchen aufspeicherten, durch Hunderte von Generationen latent bleiben und dann erst im Rückschlag sich geltend machen könnten.[56] Diese Hypothese hat, wie uns scheint, keinen lebhaften Beifall gefunden, wir meinen deshalb, weil beim Versuch, über dieselbe nachzudenken, alsbald die sinnliche Vorstellung sich hervordrängt, um sich als unzulänglich zu erweisen. Hält man aber den Gedanken fest, dass auch die complicirtesten Erscheinungsformen des Lebens im Protoplasma, wie Rollet es treffend nennt[57], einen beharrlichen Zeugen ihres Zusammenhanges mit den einfachsten besitzen, so folgt die Gültigkeit der für die einfachsten Organismen als wahr bewiesenen oder wahrscheinlich gemachten allgemeinen Gesetze auch für die vollkommensten von selbst. Das gilt auch für die Fortpflanzung, die in ihren untersten Erscheinungen nichts bietet, was nicht durch die auf die imbibitionsfähige, zähflüssige lebende Substanz angewendete Molecular-Physik begründet und des vitalistischen Dualismus entkleidet werden könnte.

Je zusammengesetzter ein Organismus, d. h. je grösser

die Differenzirung in der Entwickelung vom Protoplasma der Eizelle bis zur Körperreife, um so verschiedenartiger äussert sich die Vererbung. Diese Vererbungsarten sind von Darwin, und noch systematischer von Haeckel als „Vererbungsgesetze" formulirt und in den betreffenden Werken mit einer Fülle von Beispielen belegt werden. Wenn man die Vererbung überhaupt das Conservative im Leben der Arten nennen kann, so darf man doch noch im besondern von einer conservativen Vererbung sprechen, durch welche die alten, längst befestigten Merkmale und Eigenthümlichkeiten übertragen werden. Je hartnäckiger ein Charakter überliefert wird, oder, was auf dasselbe hinauskommt, über eine je grössere Anzahl von Familien, Gattungen, Arten ein Charakter sich verbreitet, als desto älter muss er angesehen werden, desto früher ist er im Stamm aufgetreten. In den allermeisten Fällen findet diese conservative Vererbung in ununterbrochener Reihenfolge der Generationen statt, über welche von jedermann täglich zu machende Beobachtung keine Worte zu verlieren sind. Die conservative Vererbung kann aber auch sprungweise zur Erscheinung kommen, indem entweder blos einzelne Eigenschaften der Vorfahren, nachdem sie eine, mehrere oder viele Generationen hindurch latent geblieben sind, wieder zum Vorschein kommen — was wir Atavismus oder Rückschlag nennen; oder indem die Art sich aus verschieden gebildeten und regelmässig sich einander ablösenden Zeugungsformen und Individuen zusammensetzt. Diese besondere Art des Rückschlags heisst Generationswechsel.

Niemand wundert sich darüber, wenn Kinder körperliche oder geistige Züge der Grossältern an sich tragen, die in den Aeltern pausirt haben. Am häufigsten und auffallendsten ist aber der Atavismus der Hausthiere und Nutzpflanzen, ein zäher Gegner der Züchter. Ueber kein Hausthier hat man hinsichtlich ihrer Stammart eine ähnliche Gewissheit, als über die

Taube. Nun gibt es Taubenrassen, welche seit mehrern Jahrhunderten rein gezüchtet und in Färbung und Form zu neuen Wesen umgewandelt worden sind, gleichwol aber von Zeit zu Zeit entweder aus sich heraus oder in Kreuzung mit andern auffallenden Rassen Thiere hervorbringen, welche in Färbung und charakteristischer Zeichnung von schwarzen Binden auf Flügeln und Schwanz der wilden Felstaube gleichen. „Ich paarte", erzählt Darwin[58], „einen weiblichen Barb-Pfauentauben-Bastard mit einem männlichen Barben-Blässtauben-Bastard. Keiner von beiden hatte auch nur das geringste Blau an sich. Man muss sich erinnern, dass blaue Tauben äusserst selten sind, dass Blässtauben schon im Jahre 1676 vollständig als solche charakterisirt waren und völlig rein züchten; und dies ist in gleicher Weise bei weissen Pfauentauben der Fall, und zwar so sehr, dass ich nie von weissen Pfauentauben gehört habe, die irgendeine andere Farbe hervorgebracht hätten; — nichtsdestoweniger waren die Nachkommen der beiden obigen Bastarde von genau derselben blauen Färbung über den ganzen Rücken und die Flügel, als die wilden Felstauben von den Shetland-Inseln. Die doppelten schwarzen Flügelbinden waren in gleicher Weise deutlich; der Schwanz war in allen seinen Merkmalen genau jenen gleich, und das Hintertheil war rein weiss." Ein anderer oft zu beobachtender Rückschlag ist die Streifung der verwilderten europäischen Hauskatze, womit sie sich bis zum Verwechseln der Wildkatze nähert. Darwin hat die Gründe zusammengestellt, aus denen man auf eine gestreifte wilde Stammart des Pferdes schliessen darf; dahin gehört das Auftreten von gestreiften Individuen. Aber noch ein anderes seltsames Vorkommen bei Pferden findet seine Deutung im Atavismus. Es werden mitunter Fohlen mit überzähligen Zehen geboren. Diese „Monstrosität" kann nur erklärt werden durch Rückschlag auf die dreizehigen historischen Vorfahren der jetzigen Gattung. Diese Belege mögen genügen.

Die gesammten Erscheinungen der künstlichen Züchtungen, sowie die natürliche Zuchtwahl zeigen, dass nicht blos die von alters her überkommenen, sondern auch die neuerlich und jüngst erworbenen Eigenschaften auf die Nachkommen übertragen werden können. Das ist die progressive Vererbung. Ohne sie wäre die Veredlung und der Fortschritt unmöglich, und ihre eigene Möglichkeit ergibt sich unmittelbar aus dem Wesen der Fortpflanzung. Je neuer eine nützliche Abänderung, desto weniger hat sie sich noch in Correlation mit dem gesammten Organismus setzen können, desto weniger ist noch das Fortpflanzungssystem von ihr berührt, desto ungewisser und schwankender ist also auch die Uebertragung durch die Fortpflanzung, und es bedarf der Züchtung oder der Auslese durch die Natur, um die Möglichkeit des Fortschrittes durch wiederholte Vererbung zur Thatsache zu machen und diese Thatsache nach und nach in die conservativen Vererbungen einzureihen. Die progressive Vererbung complicirt sich natürlich bei Trennung der Geschlechter, wo die sexuelle Zuchtwahl in ihre Rechte tritt und die Vorzüge des einen Geschlechts durch den Geschmack des andern gezüchtet werden, dann aber entweder nur auf das durch die secundären Charaktere bevorzugte Geschlecht übertragen werden oder der Art als Ganzes zugute kommen. In der Regel sind die Männchen mit diesen Vorzügen begabt und haben dieselben in einem unvollkommenen Zustande auf die Weibchen vererbt. Wir wollen uns nur durch ein einziges Beispiel orientiren. In der Insektenordnung der Geradflügler (Orthoptera) sind die Männchen im Stande, durch Reiben der Flügeldecken aneinander, oder indem sie mit den Schenkeln der Hinterbeine an die Flügeldecken streichen, eine die Weibchen anlockende Musik zu machen. V. Graber, ein ausgezeichneter jüngerer Entomolog, hat nachgewiesen[59], dass die Zahnleisten an den Streichinstrumenten dieser Thiere nur modificirte Haare sind, dass sich ihre Beschaffenheit

aus dem Gebrauche erklärt, und dass sie höchst wahrscheinlich durch die sexuelle Zuchtwahl sich vervollkommneten, indem die besten und lautesten Musikanten die begünstigtsten Liebhaber waren. Die Weibchen der Geradflügler sind, mit einer einzigen Ausnahme, stumm; viele besitzen aber Spuren solcher den Männchen eigenthümlichen Zirpwerkzeuge. Entgegen der frühern Meinung, dass nur eine von den Männchen ausgehende Vererbung vorläge, hat Graber es „mehr als wahrscheinlich gemacht, dass sich die Tonadern der Weibchen — der musicirenden Ephippigera vitium — ganz unabhängig von denen der Männchen, doch auf die gleiche Weise, wie bei diesen, schrittweise entwickelt haben". In andern Fällen dagegen scheinen die schwach entwickelten und zum vernehmbaren Musiciren nicht geeigneten Tonadern der Weibchen ein Erbstück von den Männchen her zu sein.

Eine allgemein bekannte Erscheinung ist die Vererbung zu entsprechenden Lebensperioden. Die Anlage zu Krankheiten geht von Vater oder Mutter auf das Kind über, um in den Jahren, wo jene litten, durchzubrechen. Das Milchgebiss macht von Generation zu Generation zur selben Zeit der definitiven Bezahnung Platz. Alle speciellen Fälle sind aber nur Ausflüsse des allgemeinen Gesetzes der Entwickelung, wo im Individuum die Charaktere in der Reihenfolge auftreten, wie sie historisch erworben wurden und vererbt werden konnten. Die Vererbung im bestimmten Lebensalter, nach der Zeit, wo wir die eigentliche Entwickelung für abgeschlossen ansehen, ist doch nur eine Fortsetzung der mit Theilung, Keim und Ei beginnenden embryonalen Entwickelung, deren Bedeutung uns das neunte Kapitel kennen lehrt. Bei dieser Entwickelung des Individuums, der Ontogenie, werden, wie unten ebenfalls näher zu beleuchten, oft Vorgänge zusammengedrängt, oder fallen ganz aus, welche einst, als sie erworben wurden und nachdem sie sich befestigt hatten, grössere Zeit in Anspruch

nahmen, im Verlaufe der Zuchtwahl aber von geringerer Bedeutung für das Individuum wurden oder einen physiologischen Werth nur als Durchgangspunkte behielten.

Die zweite grosse Klasse von Charakteren, nämlich derjenigen, welche neu erworben wurden und auf der Anpassung beruhen, setzt die Veränderlichkeit des Organismus voraus. Dieselbe ist eine Grunderscheinung der organischen Körper. Sie inhärirt den kleinsten Formbestandtheilen, dem Protoplasma und den Zellen und den aus ihnen hervorgehenden Formelementen, aus deren sich durchdringenden und bedingenden Einzelleben das Gesammtleben des Individuums resultirt. Das organische Formelement befindet sich im Zustande der Quellung, es imbibirt fortwährend und scheidet ab, ist also in seinem Bestande unausgesetzt von der Zufuhr des Materials für seine Thätigkeiten abhängig. Was im grossen und ganzen das Aussehen und die Beschaffenheit der Individuen bedingt, die Ernährung, vollzieht sich ja nur an den unzähligen Zellen und ihren Derivaten. Jede Schwankung der Zufuhr in jedem Theile des Organismus, ja an jeder Stelle der Oberfläche eines mikroskopischen Bausteines, muss mit Nothwendigkeit eine Veränderung von Gewebstheilen oder zu Organen vereinigten Gewebsgruppen nach sich ziehen. So ist die Veränderlichkeit eine aus der eigensten Natur des Organischen sich von selbst ergebende Eigenschaft, abhängig von den äussern Verhältnissen, von welchen Fülle und Form, Ausbildung und Umbildung der Elementartheile, oder Verkümmerung und Rückbildung derselben bedingt wird. Man kann sich von diesen Wirkungen durch die Betrachtung eines Polypenstockes ein Bild machen, der als Ganzes dem Individuum, in seinen einzelnen Polypen den Zellen und Formelementen gleicht. Die Einzelindividuen sind der Anlage nach gleichwerthig, aber gewöhnlich sehr verschieden stark und entwickelt, selbst bei den Arten, wo die unstreitig durch Selection

hervorgerufene Differenzirung nicht zur Trennung in verschieden functionirende Personengruppen, zum Polymorphismus geführt hat. Das Wohl und Wehe der Polypen unsers Stockes ist gar sehr von der Stellung abhängig, welche sie auf demselben einnehmen; der Zufluss von Nahrung, auf welche in erster Linie die Einzelindividuen angewiesen sind, vertheilt sich ungleich und wechselnd, je nach Strömung und Brandung. Es gibt daher an jedem Polypenstock Regionen, wo die Personen besonders gut gedeihen, andere, wo sie sich eben noch erhalten, andere, wo sie ihre Rechnung nicht mehr finden. Da aber der Polypenstock von einem die einzelnen Zellen verbindenden Kanalsystem für die Ernährungsflüssigkeit durchzogen ist, so kommt der Ueberschuss der gut situirten Zellen denen zugute, welchen durch ihre zufällige Stellung ein schlechteres Los bereitet ist, und umgekehrt. Aus diesen sehr complicirten, aber für unsern Vergleich noch sehr einfachen Verhältnissen summirt sich Gestalt und Aussehen des Polypenstockes. Unter Hunderttausenden von Stöcken wird man nicht zwei einander absolut gleiche finden. Selbst wenn zwei Individuen derselben Art, um auf die Veränderlichkeit der Organismen zurückzukehren, unter den denkbar gleichförmigsten Verhältnissen erzogen werden, hat noch nie die absolute Gleichheit derselben behauptet werden können. Dass die Veränderlichkeit bei den niedern Organismen geringer sei als bei den höhern, ist ein oft wiederholtes, durch das alte Artdogma befestigtes Vorurtheil. Es stände schlimm um die Abstammungslehre und Auslese, wenn es so wäre. Wie aber der Hirt die Physiognomien seiner Schafe sicher unterscheidet, wo ein städtischer Spaziergänger nur ein allgemeines Hammelgesicht sieht, so löst sich auch dem aufmerksamen Naturforscher der Arttypus bei den meisten niedern Organismen in ebenso viele Variationen als Individuen auf, ganz abgesehen von allen den

Fällen, wo die Feststellung des Arttypus in gar keiner Weise gelingt.

Die Anpassung als Veränderung unter gegebenen Verhältnissen ist also sowenig wie die Vererbung eine unbekannte Grösse, sondern eine Function der mechanischen Eigenschaft der Veränderlichkeit, oder, im weitesten Sinne des Wortes, der Ernährung. Die Anpassung geht vor sich, indem der Organismus oder Theile desselben sich unter den verschiedenen äussern Einflüssen biegsam und bildsam zeigt, sie überwindet, sich zu Nutze macht. Klima, Licht, Feuchtigkeit, Nahrung, alle Hindernisse und Fördernisse, welche direct oder indirect auf den Organismus einwirken, sind dabei thätig. Von Organismen umgeben, sehen wir ihn ohne Ausnahme sich den Umständen anpassen, und wenn es uns um nichts anderes zu thun ist, als uns überhaupt von dem gestaltenden Einfluss der Lebensweise zu überzeugen, so geschieht dies am leichtesten bei den Hausthieren. In seinen Studien über das Schwein hat der vielleicht wissenschaftlichste unter den berühmten Thierzüchtern, H. v. Nathusius[60], gezeigt, wie der Schädel des Hausschweines selbst in dem einfachsten Falle, wo ihm nur der durch die Cultur mehr gelockerte Boden die Arbeit des Wühlens erleichtert, durch die weichern Formen des Schädels auf der Jugendform des Wildschweines stehen bleibt, und wie jene extremen Kopfbildungen der Culturrassen, welche durch Knickung und Verkürzung des Gesichts, sowie die Unmöglichkeit, das Gebiss vorn zu schliessen, charakterisirt sind, lediglich eine Folge der veränderten Lebensweise sind. Es ist bekannt, dass Menschen, Thiere und Pflanzen, in eine weit von ihrem bisherigen Wohnort entfernte neue, fremdartige Umgebung versetzt, entweder nach längerm oder kürzerm Bestreben des Organismus, sich heimisch zu machen, absterben, oder in die neuen Verhältnisse sich finden und sich acclimatisiren. Jede Acclimatisation ist also Anpassung, begleitet von sichtbaren

oder auch weniger bemerkbaren Aenderungen. So gehen infolge der verschiedenen Lebensbedingungen Volksstämme weit auseinander, die nach der Verwandtschaft ihrer Sprachen eines Ursprunges sind, um von denen hier nicht zu reden, über deren Beziehungen die Sprachforschung noch nicht entschieden hat. Wie abweichend ist das Gepräge der Engländer von dem der Hindus; sie stellen somatisch und psychisch zwei ausgezeichnete Unterrassen dar, deren Eigenthümlichkeiten der Anpassung zuzuschreiben sind, hier an ein Klima, welches Pflanzennahrung verlangt, die körperliche und geistige Energie nicht herausfordert, eine träumerische Sinnlichkeit begünstigt, dort an ein Land, welches in allen Richtungen das Gegentheil der indischen Urheimat ist. Auch der jährliche Wechsel in den Lebenserscheinungen so vieler Organismen, welchen wir als Mauser bezeichnen, ist Anpassung. Sie wird sogleich modificirt, wenn der Organismus einem veränderten Klima ausgesetzt wird, oder vielmehr ist die Acclimatisation im wesentlichen die Accomodirung der Mauser an das neue Klima.

In allen diesen Beispielen haben wir die Resultate directer Anpassung, wobei die Widerstandsfähigkeit der Individuen in Rechnung kommt, sowie die cumulative Anpassung bei der künstlichen Zuchtwahl und die Auslese des Bessern durch die Naturzüchtung. Ueberall, wo es sich um Anpassung handelt, werden ein oder einige Organe in erster Linie activ oder passiv betheiligt sein, und erst infolge der hieraus ableitbaren Umänderungen werden andere Organe in Mitleidenschaft gezogen. Dies ist correlative Anpassung zu nennen. Man könnte vielleicht meinen, die parasitischen Thiere gäben hierfür die anschaulichsten Beispiele, wo mit der Veränderung der Nahrung und der Nahrungswerkzeuge, namentlich der Mundtheile, eine oft bis zum gänzlichen Schwund gehende Um- und Rückbildung der Bewegungsorgane und der ganzen Körpergliederung verbunden zu sein pflegt.

Allein obschon hier die Grenze schwer zu ziehen, liegt die Ursache dieser Hand in Hand gehenden Abänderungen der Ernährungs- und Bewegungswerkzeuge weniger in der sympathischen Beeinflussung der einen durch die andern, als im gleichzeitigen Nichtgebrauch. Correlativ ist aber z. B. die Anpassung, dass bei den kurzschnäbeligen Taubenrassen auch Mittelzehe und Lauf verkürzt ist, und bei den langschnäbeligen Rassen jene Organe an der Verlängerung theilgenommen haben. In dem Falle jedoch, wo kurze Schnäbel mit kurzen Füssen verbunden sind, hat an der Verkürzung der Füsse auch der Nichtgebrauch gewiss einen Antheil, während da, wo der Taubenliebhaber seine Freude an der Verlängerung des Schnabels durch gehäufte Zuchtwahl fand, die correlative Verlängerung des Fusses trotz des Nichtgebrauches eintrat. Die wichtigste Gruppe von correlativen Veränderungen oder Anpassungen, dies Wort immer in allgemeinster Bedeutung gebraucht, betrifft die Geschlechtssphäre. Directe Eingriffe auf die Generationsorgane äussern ihre Wirkung auf den gesammten übrigen Organismus, wie die zum Zweck der Mastung und der Arbeit castrirten Thiere beiderlei Geschlechts am besten zeigen.

Wir haben früher gesehen, dass der Grad der Vollkommenheit, welche in den Stämmen der Gliederthiere, Würmer und Wirbelthiere, zum Theil auch der strahlig gebauten Klassen erreicht wird, von der verschiedenen Ausbildung der ursprünglich gleichartigen, hinter- oder nebeneinander liegenden Theile abhängt, also von der Theilung der Arbeit. Dies hat Haeckel die divergente Anpassung genannt. Auf ihr beruht der merkwürdige Polymorphismus, wie er besonders in den wunderbaren Gestalten der Röhrenquallen hervortritt, und weiterhin die Gliederung der Thierstaaten der Termiten, Bienen u. a.

Insofern Abänderung mit Anpassung übereinstimmt, lassen sich den bisher besprochenen directen Anpassungen eine Reihe sogenannter indirecter Anpas-

sungen gegenüberstellen. Man kann darunter eine Reihe von Erscheinungen zusammenfassen, deren Ursachen nicht in das Leben dieser Individuen fallen, sondern in Einwirkungen zu suchen sind, von welchen die Aeltern betroffen wurden. Wie man sieht, handelt es sich um eine Berührung mit dem Gebiete der Vererbung, welche dem Thierzüchter sehr bekannt ist. So sagt H. v. Nathusius in seinen Studien über die Schädelbildung des Schweines[61]: „Es ist aus den hier zusammengestellten Thatsachen klar, dass eine Vererbung, eine Uebertragung der Kopfform der Aeltern auf die Kinder nicht unbedingt erfolgt. Wenn die Form des Schädels, welche wir kurz die Culturform nennen wollen, ein Product der Ernährung und der Lebensart, also äusserer Einflüsse ist, wenn sich dieselbe an demselben Individuum verschieden gestalten kann, also nicht constant ist, dann kann von einer Vererbung dieser Form nur in beschränktem Mass die Rede sein. Die Form selbst wird nicht auf die Kinder übertragen, wohl aber die Anlage zu dieser Form. Wir dürfen dies schliessen aus dem Umstande, dass sich die Form von Generation zu Generation, bis auf einen bestimmten Grad, in ihrer Eigenthümlichkeit steigert. Wenn wir ein gemeines Schwein neben einem veredelten erziehen, und wenn wir auf beide ganz dieselben Einflüsse der Ernährung und Haltung und in gleichem Masse einwirken lassen, dann erhalten wir nicht dieselbe Kopfform an beiden Thieren. Die Ausbildung der Kopfform muss also unterstützt werden durch dazu vorhandene Anlage, diese müssen wir deshalb für erblich halten.“ Haeckel formulirt auch ein Gesetz der individuellen Anpassung, womit die Thatsache ausgedrückt wird, dass trotz nächster Verwandtschaft die Individuen in allerlei Abweichungen auseinandergehen. Die Ursache dieser Verschiedenheit, die am augenfälligsten bei den Individuen eines und desselben Wurfes oder Satzes; ist, soweit sie nicht auf directe Anpassung zurückzuführen, in den Keimen

enthalten und auf diese durch uns meist ganz unzugängliche Schwankungen und Differenzen der Ernährungsverhältnisse der Aeltern übertragen. Andere Erscheinungen der indirecten Abänderung sind das Auftreten von Misbildungen, deren Ursachen nur in Ernährungsstörungen der älterlichen Organismen gesucht werden können, ohne dass die Erzeuger selbst merklich afficirt worden sind. Auch der Fall gehört hierher, dass Einwirkungen, welche das eine Geschlecht betroffen haben, sich nur in den Nachkommen desselben Geschlechts äussern. Wie man sieht, sind diese in ihren Anfängen der Beobachtung gänzlich entzogenen Vorgänge eng mit dem dunkelsten Gebiete der Vererbung verknüpft.

Eine höchst interessante und wichtige Form der Anpassung ist die sogenannte Mimicry (Nachäffung, Nachahmung, Maskirung) oder der Schutz durch Anpassung der Färbung und Form. Die ersten Entdeckungen darüber wurden von dem bekannten „Naturforscher am Amazonenstrom", Bates, gemacht; das meiste hat dann Wallace hinzugefügt. In Südamerika ist die Schmetterlingsfamilie der Helikoniden ausserordentlich verbreitet, ausgezeichnet durch verlängerte Flügel, Leib und Fühlhörner und durch schöne Farben. Man sollte meinen, sie wären den Verfolgungen insektenfressender Vögel und anderer Thiere ausgesetzt. Aber dies ist nicht der Fall, denn sie haben einen unangenehmen Geruch, der sie höchst wahrscheinlich jenen verleidet. Ihr Geruch und Geschmack ist also für sie ein Schutz, indem die Vögel und Eidechsen, welche einigemal sich an ihnen vergriffen haben, sicher sie später unangefochten lassen. Würden nun andere Schmetterlinge den Helikoniden ähnlich sein, aber ohne den übeln Geruch zu besitzen, so würden diese, da die Insektenfresser nicht den einzelnen Fall prüfen, sondern sich einen Widerwillen gegen den Habitus der Helikoniden überhaupt angeeignet haben, an der Lebensversicherung der Helikoniden um so mehr

theilhaben, als sie sich ihnen in der äussern Erscheinung nähern. Dieser Fall ist nun wirklich eingetreten, indem Bates eine Reihe von Arten der von den Helikoniden sonst sehr abweichenden Gattung Leptalis entdeckte, von denen jede einer Helikonide bis zum Verwechseln an Form und Farbe ähnelt. Die Leptaliden haben auch die Flugweise der Helikoniden angenommen, theilen mit ihnen die Standorte und fliegen, obschon sie den abstossenden Geruch nicht haben, ungestraft umher. Das Verhältniss würde nicht möglich sein, wenn die Leptaliden nicht bedeutend in der Minderzahl wären, sodass sie gewissermassen sich unter den Helikoniden versteckten. Wallace hat gezeigt, dass die durch Mimicry anderer Thiere geschützten Arten immer in der Minderzahl und oft sehr selten sind im Vergleich zu den nachgeahmten Arten. Weder die Erklärung, dass gleiche Lebensbedingungen dieselben Resultate hervorgerufen, noch die Annahme, dass wenigstens in einigen Fällen in der Mimicry Rückschlag zur gemeinschaftlichen Stammart vorliege, sind irgendwie befriedigend, und nur die natürliche Auslese lässt sich zum Verständniss vieler Fälle anwenden, derjenigen nämlich, wo schon vor dem Beginn der Nachahmung von vornherein eine solche Aehnlichkeit zwischen nachahmender und nachgeahmter Form stattfand, dass eine Verwechselung möglich war, wo also die Aehnlichkeit durch die Zuchtwahl, die sich hier so ausserordentlich nützlich für die Erhaltung der Aehnlichern erwies, nur gesteigert zu werden brauchte. Auch Darwin [62] meint, „dass der Process wahrscheinlich niemals bei Formen seinen Anfang nahm, welche in der Färbung einander sehr unähnlich waren".

Eine besondere, einfachere und längst bekannte Mimicry ist diejenige, wenn Thiere in ihren Färbungen sich so dem Aufenthaltsorte accommodirt haben, dass sie die Aufmerksamkeit ihrer Feinde schwerer auf sich ziehen, oder auch ihre Beute täuschen. Wer hat nicht

in der Zeit, wo man den Schmetterlingen nachjagte, erfahren, wie schwierig es ist, gewisse Abend- und Nachtschwärmer auf der Rinde der Bäume zu erkennen, wenn sie mit dachförmig niedergelegten bräunlichen oder schwärzlich und grau gebänderten oder gesprenkelten Flügeln ruhig sitzen? Die Laub- und Gespenstheuschrecken können so täuschend Blättern oder Zweigen ähnlich sehen, dass man sich erst durch Berührung von ihrer Wesenheit überzeugt. Wallace erzählt, dass eine der Phasmiden (Ceroxylus laceratus), die er in Borneo erhielt, so mit blattförmigen hell olivengrünen Auswüchsen bedeckt war, dass sie einem mit Moos bedeckten Stabe glich. Der Dayak, der ihm das Thier brachte, versicherte, es sei, obschon lebend, doch mit Moos bewachsen, und der Naturforscher selbst konnte sich nur durch die genaueste Untersuchung vom Gegentheil überzeugen. Ein vielen unserer Leser zugängliches ausgezeichnetes Beispiel von vortheilhafter Färbung geben die meisten Arten der jetzt so oft in den Aquarien gehaltenen Seitenschwimmer oder Schollen (Pleuronectides). Man beobachte die grauen oder bräunlich gesprenkelten Thiere, wie sie durch einige Bewegungen der Flossen ihre Oberseite zum Theil mit Sand bedecken. Ganz brauchen sie sich nicht einzuwühlen, denn die nackte Haut ist nur bei schärferer Betrachtung vom Sandboden zu unterscheiden; und unter dieser theils künstlichen, theils natürlichen Hülle und Maske wartet das Thier auf seine Beute. Bei vielen mit Farbenschutz versehenen Thieren ist die Erscheinung complicirter und die Erklärung durch die natürliche Auslese weit schwieriger, indem sie willkürlich ihre Färbung den Umständen anpassen können, oder auch die Färbung durch unwillkürliche Reflexe sich ändert. Verany's unübertreffliche Beobachtungen über die Cephalopoden haben uns mit der Farbenscala bekannt gemacht, über welche diese Weichthiere verfügen; Brehm's Beschreibung des Farbenspieles des Chamäleons reiht sich an. Auf diese äusserst ver-

wickelten Fälle wird vorderhand durch die einfachern einiges Licht geworfen, wo der ganz offenbare Farbenschutz sich in Haut und Gefieder fixirt hat und das Zusammentreffen mit andern Umständen kaum eine andere Erklärung als durch Zuchtwahl zulässt. Hierfür ist die anziehende Untersuchung von Wallace über die Vogelnester besonders lehrreich. Die grosse Mehrzahl der weiblichen Vögel, welche in offenen Nestern brüten, haben ein bräunliches, grauliches, kurz nicht auffallendes Gefieder. Die Erklärung wird keinen Widerspruch finden, dass vorkommende Abänderungen des Gefieders, welche den auf dem Neste sitzenden Vogel seinen Feinden leichter verrathen, keine Aussicht haben, constant zu werden. Das Umgekehrte bei der den Vogel mit der Umgebung in Uebereinstimmung bringenden Färbung folgt von selbst, und eine wichtige Stütze für die Richtigkeit der Auslegung der Thatsachen ist die andere Beobachtung, dass die meisten Vogelweibchen mit lebhaft gefärbtem und gefleckterm Gefieder in bedeckten und verborgenen Nestern brüten. Es kommt dazu, dass der Nestbau nicht nach absoluten Regeln eines blinden Instinctes sich richtet, sondern von der Erfahrung der Thiere modificirt wird, einer Erfahrung, welche wir zwar fast nur mit dem Alter des Individuums sich entwickeln sehen, die aber wenigstens in mehrern Fällen auch als Fortschritt der Art nachgewiesen ist.

Eine grosse Beihülfe findet die natürliche Zuchtwahl in den Veränderungen, welche durch den Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe hervorgebracht werden. Die Nöthigung zum fleissigern Gebrauch, die Veranlassungen zum Nichtgebrauch liegen in den sich umgestaltenden Lebensbedingungen. Es handelt sich also in beiden Fällen um Anpassung. Durchgreifende Veränderungen sind am leichtesten als Folge vom Nichtgebrauch nachzuweisen, wenn wir uns in der Natur umschauen, von beiden Arten aber gibt die künstliche Zuchtwahl zahlreiche Beispiele,

namentlich wo sie sich mit einseitiger Uebung gewisser Organe bei gleichzeitiger Vernachlässigung anderer verbindet. Solche Producte der Auslese mit einseitiger Uebung sind Rennpferd und das schwere Zugpferd.

Die Blindheit der Höhlenthiere erklärt sich nur dadurch, dass mit der allmählichen Entbehrlichkeit der Augen während der Accommodirung an das Höhlenleben nach und nach der Stoffwechsel in den weniger fungirenden Organen sank und die Verkümmerung eintrat. Bestärkt wird die Richtigkeit dieser theoretischen Betrachtungen durch die Wahrnehmung, dass viele blinde Höhlenthiere, namentlich Insekten und Spinnen, ihre nächsten Verwandten in der Nachbarschaft der Höhlen haben, und dass die in den noch nicht ganz dunkeln Strecken wohnenden Höhlenthiere minder verkümmerte Gesichtswerkzeuge besitzen. Auch unter den wühlenden Säugethieren findet eine ähnliche Abstufung statt, und Darwin theilt ein Beispiel mit[63], welches das Erblinden infolge der Lebensweise sehr schön verdeutlicht: „Ein südamerikanischer Nager, der Tucq-Tuco oder Ctenomys, hat eine noch mehr unterirdische Lebensweise als der Maulwurf, und ein Spanier, welcher oft dergleichen gefangen hat, versicherte mir, dass derselbe oft ganz blind sei; einer, den ich lebend bekommen, war es gewiss, und zwar, wie die Section ergab, infolge einer Entzündung der Nickhaut. Da häufige Augenentzündungen einem jeden Thiere nachtheilig werden müssen, und da für Thiere mit unterirdischer Lebensweise die Augen gewiss nicht nothwendig sind, so wird eine Verminderung ihrer Grösse, die Adhäsion der Augenlider und das Wachsthum des Felles über dieselben in solchem Falle für sie von Nutzen sein; und wenn dies der Fall, so wird natürliche Zuchtwahl die Wirkung des Nichtgebrauches beständig unterstützen."

Aus den Klassen der fliegenden Thiere hat eine grosse Anzahl das Fliegen aufgegeben, und wir finden nun ihre Flugwerkzeuge in einem Zustande der Ver-

kümmerung und Unvollkommenheit, der nur bei einer ganz schiefen Beurtheilung und Combination als ein Zustand der Fortentwickelung aus noch einfachern Anfängen aufgefasst werden kann. Wenn überall aus der grossen Familie der Laufkäfer einzelne Gattungen und Arten mit unvollkommenen Flugwerkzeugen, verwachsenen Flügeldecken u. s. w. angetroffen werden, wenn die ganze Familie der Staphylinen die Flugfähigkeit nicht besitzt, so denkt niemand daran, diese Käfer als stehen gebliebene Formen aufzufassen, sondern es wird begreiflich, dass die Lebensweise, in der sie von ihren Ordnungs- und Klassengenossen abweichen, allmählich bei ihren fliegenden Vorfahren die Angewöhnung des Nichtfliegens und damit die Reducirung der Flugorgane nach sich zog, womit, wie gerade die angeführten Käfer beweisen, keineswegs überhaupt eine Erniedrigung der Organisation, sondern im Gegentheil äusserst nützliche Vervollkommnungen anderer Organe, der Fress- und Gehwerkzeuge, verbunden waren. Eine sozusagen summarische Reducirung des Flugvermögens ist in der Käferfauna mancher Inseln nachgewiesen. So können von 550 Arten Madeiras über 200 nicht oder nur unvollkommen fliegen, und es gibt keine andere Erklärung dafür, als die natürliche Zuchtwahl. Hier waren die minder guten und kühnen Flieger die Bevorzugten, während die andern durch die Winde ins Meer getrieben und eliminirt wurden. Die Nichtanwendung einer früher erlangten speciellen Vollkommenheit ist im „*struggle for existence*“ von Nutzen. In mehrern Familien der Eidechsen finden sich Gattungen, schlangenartig, wie man sie nennt, die bei verlängertem Körper entweder blos Vorderbeine (Chirotes) oder blosse Stummel der Hinterbeine (Pseudopus) oder gar keine Spur der Beine (Anguis) besitzen. Sie stehen in demselben Verhältniss zu der grossen Klasse der regelmässig vierbeinigen Eidechsen, wie die nicht fliegenden Insekten zu ihrer Klasse: sie sind nicht in der Entwickelung stehen geblieben oder in der Entwickelung

zur Vierbeinigkeit begriffene Thiere, sondern, wie Fürbringer aus der Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie nachgewiesen, ihre Gliedmassen und, wenn diese ganz fehlen, die Reste des Schulter- und Beckengürtels und des Brustbeines, tragen die unzweifelhaften Zeichen der Verkümmerung eines einst vollkommenen Apparates an sich. Die weitere Vergleichung lehrt, dass diese Verkümmerung bei den Schlangen den höchsten Grad erreicht, dass sie aber dadurch ausgeglichen ist, dass Rippen und Rippenmuskulatur die Rolle der Gliedmassen übernommen. Auch hier fallen Nichtgebrauch und Anpassung sowie Differenzirung zusammen.

In der Klasse der Vögel wiederholt sich dasselbe Schauspiel, was uns eben die Käfer und Reptilien gewährten: aus einzelnen Familien und kleinern Gruppen sind einzelne Arten des Flugvermögens beraubt, und eine ganze grössere systematische Gruppe ist ebenfalls durch die Unfähigkeit zum Fliegen charakterisirt. Bei der Dronte und den wenigen Anverwandten, welche nach der Entdeckung ihrer einsamen, von ihnen wahrscheinlich viele Jahrtausende ungestört bewohnten Inseln ihrer Hülflosigkeit so schnell zum Opfer fielen, verknüpfen sich Veranlassung zum Nichtgebrauch und Folgen in unserm Urtheil unmittelbar. Auf keinem andern Wege wird der nordische Pinguin (Alca impennis) einst zur Verkürzung seiner Flügel gekommen sein, und die sparsamen, aber weit zerstreuten Reste der Ordnung der Laufvögel deuten auf eine Zeit, wo ihre weit zahlreichern flügellosen Vorfahren in friedlicherer Umgebung von ihren Schwingen weniger Gebrauch machten und die natürliche Auslese ihren Beinen zu grösserer Stärke und Behendigkeit verhalf. Auch für die Wirkungen des Nichtgebrauches der Bewegungsorgane liefert wiederum die künstliche Züchtung den directen Nachweis.

Gebrauch und Nichtgebrauch in Verbindung mit Auslese erläutern die Trennung der Geschlechter und

das auf anderm Wege völlig unbegreifliche Vorhandensein der rudimentären Geschlechtsorgane. Besonders bei den Wirbelthieren hat jedes Geschlecht so auffallende Spuren von den das andere charakterisirenden Fortpflanzungswerkzeugen, dass schon das Alterthum den Hermaphrodismus als einen natürlichen Urzustand des Menschen annahm. Die Lehrbücher der vergleichenden Anatomie geben den speciellen Nachweis über diese theils so offenbaren, theils innere, versteckte Verhältnisse betreffenden Homologien. Wir können uns auf die Andeutung beschränken, wie die Selectionstheorie sich auch hier bewährt. Dass in hermaphroditischen Thieren Schwankungen in der Geschlechtssphäre vorkommen müssen, wobei die eine oder andere Hälfte prävalirt, versteht sich von selbst. Sind dieselben so stark, dass sich die natürliche Zuchtwahl ihrer bemächtigt, so wird die Productionskraft des zurückbleibenden Theiles mehr und mehr sinken, und es werden sich schliesslich, mit dem Erlöschen der physiologischen Eigenschaften, der Function, nur die morphologischen Reste als ein die Zweckmässigkeitslehre oder Teleologie verhöhnender Ballast vererben. Nur dann und wann kommt ein mehr oder minder auffallender Rückschlag, der sich aber fast nur auf die Nebenorgane und die secundären (wir meinen nicht die von dem einen Geschlechte erworbenen, sondern ursprünglich gemeinschaftlichen) Geschlechtscharaktere bezieht. Die Zähigkeit, mit welcher diese Rudimente der Geschlechtsorgane vererbt worden, ist eine ganz enorme. In der Klasse der Säugethiere ist wirklicher Hermophrodismus unerhört; durch ihre ganze Entwickelungsperiode hindurch schleppen sich die schon von ihren unbekannten Stammformen, wer weiss wie lange, getragenen Ueberbleibsel.

Wenn man nicht die Schmarotzerthiere zugleich mit ihren Wirthen, den Menschen mit seinen Bandwürmern und andern unangenehmen Gästen aus dem Erdenkloss erschaffen sein lässt und damit die Discussion

abschneidet, so ist auch dieses gesammte Gebiet aus der Descendenz unter vorzüglicher Mitwirkung des Nichtgebrauches zu erklären. Der im nächsten Kapitel auszuführende Satz, dass die Entwickelungsgeschichte des Individuums die Geschichte der Art vergegenwärtige, wird den Einfluss des Nichtgebrauches gewisser Organe auf die Gestaltung der verschiedenen Parasiten zeigen. Am lehrreichsten sind wol die parasitischen Krebse, weil bei ihnen die vollständigste systematische Reihe vorliegt, die uns den allmählichen Schwund der Organe bei immer engerer Verbindung des Parasiten mit dem Wirthe vergegenwärtigt. Auch für mehrere Ordnungen der Eingeweidewürmer ist der Darmkanal völlig entbehrlich geworden, aber weder Zwischenformen noch Entwickelungsstufen lassen sehen, wie. Anders bei den Schmarotzerkrebsen, wo das junge bewegliche und wohlgegliederte Wesen in beweglich bleibenden definitiven Gattungsformen sein Abbild hat, von wo es nach der Anheftung zu einem unbeweglichen Sack herabsinkt. Alle diese Thiere mit Einschluss der Eingeweidewürmer haben, und das ist die wahre Bedeutung des Schmarotzerlebens, gerade durch die scheinbare Erniedrigung ihrer Organisation sich ihren Platz und ihren Bestand errungen. Sie zeichnen sich fast ausnahmslos durch ihre grosse Reproductionskraft aus, und auf diese konnte, bei der Leichtigkeit der Nahrungszufuhr, ohne Anstrengung der übrigen Organsysteme, die Leibesthätigkeit sich concentriren.

Wir haben bisher dargelegt, dass die Organismen im unausgesetzten Kampfe um das Dasein zu fortwährender Differenzirung gedrängt werden. Daneben bemächtigt sich die natürliche Züchtung auch solcher aus der blossen Variabilität des Organismus entspringenden Veränderungen, welche keinen physiologischen Fortschritt in sich schliessen, zur Erziehung rein morphologischer Arten. Aber auch diese werden unfehlbar früher oder später in den Strudel der Concurrenz hineingerissen. Das ist nach dem Bisherigen so selbst-

verständlich, dass es keines weitern Beweises bedarf. Auch wenn wir die Mannichfaltigkeit der Organismen nicht vor Augen hätten, so würde *a priori* aus dem Vorhandensein des einfachen Einförmigen und der Nöthigung, den veränderten äussern Verhältnissen sich anzupassen, ein Auseinandergehen in Neues geschlossen werden müssen. Mit der Ausbildung in verschiedener Richtung unter der Führung der natürlichen Zuchtwahl ist aber nothwendig die Vervollkommnung verbunden. Es ist eins der grössten Verdienste der Selectionstheorie, mit dem Zweckmässigkeitsbegriff, welcher bisher dem Organischen die Vollkommenheit von aussen aufnöthigte, ein für allemal gebrochen und selbst auf dem Gebiete der Intelligenz und Moral, wo man mit Schiller sagt:

Es wächst der Mensch mit seinen grössern Zwecken —

der einheitlichen naturwissenschaftlichen Methode Eingang verschafft zu haben. Es ist überhaupt höchst merkwürdig, wie die teleologische Naturbetrachtung so lange hat festgehalten werden können und zum Theil unter theologischem Einfluss noch festgehalten wird, obgleich wir in der gesammten organischen Welt nur eine relative Vollkommenheit wahrnehmen und die so offenbaren tausendfältigen zweckwidrigen Einrichtungen in den Organismen aller Grade der ausserhalb stehenden dirigirenden Macht ein sehr schlechtes Zeugniss ausstellen. Die aus der anatomischen Vergleichung und der Abwägung der physiologischen Leistungen sich ergebende Vollkommenheit ist unter allen Umständen das Resultat der Anpassung und Zuchtwahl. Im Kampfe Aller gegen Alle gewinnen die Individuen, welche in der Arbeitstheilung ihre Genossen um etwas überflügeln, wobei sie oft genöthigt sind, wenn die Richtung der Thätigkeit sich ändert, Organe ausser Thätigkeit zu setzen, welche einst von Nutzen waren, in den neuen Verhältnissen aber unnütz und, man darf dies allgemein behaupten, schädlich geworden

sind. Die künstliche Züchtung erzeugt — und hier können wir vom Zweck reden — Vollkommenes, indem sie bestimmte Theile, welche vervollkommnet werden sollen, durch mechanische und physiologische Arbeit, das letztere vornehmlich in zweckmässiger Ernährung, übt und die erzielten Vortheile der Fortpflanzung übergibt. Was wir natürliche Züchtung nennen, ist Zusammenfassung der Vervollkommnungen, die auf dem Wege der Specification in der Anpassung gewonnen werden. Das getreueste Abbild der allmählich errungenen Specification haben wir in der Entwickelung des Individuums, wo aus dem Indifferenten durch immer weiter greifende Differenzirung das reife, auf der Höhe seiner physiologischen Leistung stehende Thier hervorgeht. Dass in den verschiedenen Thiergruppen gewisse Grade der Vollkommenheit erreicht sind, ist eine unbestrittene Thatsache, bei jeder nähern Untersuchung aber zerbricht der Götze des Zweckbegriffes. Der Organismus des Vogels erscheint höchst geeignet, um ihn abstract nach dem Zweck des Fliegens modificirt zu denken. Wer jedoch den Zweck über den guten Fliegern walten lässt, muss den Zweckbegriff bei den nicht fliegenden Vögeln aufgeben und, wenn er überhaupt sich etwas denken will, der Anpassung ihr Recht geben. Damit ist die ganze Anschauungsweise durchlöchert, und ähnlich in allen übrigen Fällen. Wie die organische Vollkommenheit sich zum Zweckbegriff stellt, hat der Verfasser des „Unbewussten" (S. 28) sehr scharf und klar ausgedrückt: „Die Descendenztheorie lehrt, dass eine Unabhängigkeit der bei einer organischen Erscheinung cooperirenden Bedingungen nicht existirt, dass vielmehr ihr mehr und mehr Auseinandertreten aus gegemeinsamem Indifferenzpunkt heraus Wirkung derselben Ursachen war, und die Theorie der natürlichen Zuchtwahl lehrt uns eine von diesen Ursachen, und wol unzweifelhaft die wichtigste, als eine solche kennen, welche durch rein mechanische Compensationsphänomene

zweckmässige Resultate hervorbringt. Die Descendenztheorie stellt das teleologische Princip nur in Frage, ndem es ihm den Boden für einen positiven Beweis entzieht, die Lehre von der natürlichen Zuchtwahl aber beseitigt dasselbe ganz direct, soweit als sie selbst mit ihrer Erklärung reicht. Denn die natürliche Auslese im Kampf ums Dasein, das Zugrundegehen des minder Zweckmässigen und das Ueberleben und Sichweitervererben des Passendsten und Zweckmässigsten ist ein Vorgang von mechanischer Causalität, in dessen gleichmässige Gesetzlichkeit nirgends ein teleologisch bestimmendes metaphysisches Princip eingreift, und doch geht aus ihm ein Resultat hervor, das wesentlich der Zweckmässigkeit entspricht, d. h. diejenige Beschaffenheit besitzt, welche den Organismen unter den gegebenen Umständen die höchste Lebensfähigkeit verleiht. Die natürliche Zuchtwahl löst das scheinbar unlösliche Problem, die Zweckmässigkeit als Resultat zu erklären, ohne sie dabei als Princip zu Hülfe zu nehmen."

In jedem Stamm — was die Zoologie einst Typus nannte, ist, wie wir gesehen, in der Descendenzlehre zum Stamm geworden — in jedem steckt die *Möglichkeit* zu einer gewissen Höhe der Vervollkommnung, und wir sehen in ihm, nachdem der Stammescharakter in seinen Grundzügen sich festgestellt hat, eine Entwickelung vor sich gehen, deren Möglichkeit in der Anlage des Charakters, deren Verwirklichung und Nothwendigkeit in den äussern Verhältnissen liegt. Auch uns ist daher die Vervollkommnung eine Entwickelung, aber nicht zu einer prädestinirten und prästabilirten Harmonie. Karl Ernst v. Bär [64], welcher den Zweck, oder wenigstens das „Ziel", kurz das Vorherbestimmte in den Entwickelungsreihen der Natur retten will, sagt: „Jeder Grund erzeugt einen Vorgang, der wiederum weiter auf ein anderes Ziel hinwirkt." Warum denn Ziel? Muss es nicht vielmehr heissen: Jeder Grund erzeugt einen Vorgang, der

wiederum weiter als Grund auf einen andern Vorgang hinwirkt? Je weiter wir zurückgehen, um so tiefer und allgemeiner ist die Stufe, und die verschiedenen Abzweigungen sind in ihren Endgliedern auf sehr verschiedenen Stufen stehen geblieben oder angelangt. Ein oft gehörter Einwurf gegen diese Folge der Descendenzlehre ist, wenn alles zur Vervollkommnung dränge, wie es denn geschehe, dass neben den höhern Gliedern der Stämme so viele niedrige, und überhaupt neben den höhern Stämmen die niedrigen sich im Kampfe um das Dasein hätten erhalten können. Gegenüber den unabweisbaren Thatsachen der Vervollkommnung kann man sich begnügen, darauf hinzuweisen, dass die niedrigen Formen überall fortbestehen konnten und können, wo mit den übrigen Existenzbedingungen Raum für sie war. Während sie hier nur geringere Modificationen erlitten, führte dort nothwendige Zuchtwahl zu tieferer Umgestaltung, und die neugezogenen Wesen, an andere Existenzbedingungen gewöhnt, konnten bei späterer geographischer Verschiebung mit den zurückgebliebenen Arten wieder Meer und Land theilen. Denn sowie die Verschiedenartigkeit durch die Zuchtwahl hergestellt ist und auch die Ansprüche an die Nahrung und die andern Bedürfnisse sich getheilt haben, muss nothwendig ein partieller Nachlass im Kampf eintreten.

Sehr vielen niedern Organismen kommt für ihre Erhaltung augenscheinlich der Umstand zugute, dass, eben weil sie einfacher sind, ihre Fortpflanzung sich um so leichter bewerkstelligt. Wenn also auch unzählbare Arten namentlich in beschränktern Verbreitungsbezirken bei starker Concurrenz bevorzugter Varietäten der Ausrottung verfallen mussten, so schliesst der Kampf ums Dasein und die Vervollkommnung das Bestehen niederer Formen nicht aus. Was aber die Selectionstheorie erklärt, davon bleibt, wie uns scheint, die Teleologie die Erklärung schuldig. Das Zurückbleiben der niedern Organismen trotz des innern

Dranges und des vorgesteckten Zieles ist unbegreiflich.

Soll aber, so hört man oft fragen, wenn ihr von einem den Organismen innewohnenden „Principe der Vervollkommnung“ (Nägeli), von dem „göttlichen Odem als innere Triebkraft in der Entwickelungsgeschichte des Naturlebens“ (Braun), von der vom Schöpfer eingepflanzten „Tendenz zum Fortschritt“ (R. Owen), sogar von der „Zielstrebigkeit“ (v. Bär) nichts wissen wollt, soll der Zufall jene wunderbaren höhern Organisationen zu Stande gebracht haben? Darauf lässt sich mit völliger Klarheit antworten, dass derjenige Zufall, dem die menschliche Beschränktheit eine so grosse Rolle anweist, wo sie nicht das persönliche Eingreifen eines höhern Wesens oder das allgemeine „schaffende und treibende Princip“ zur Hand hat, in der Natur gar nicht existirt, und dass uns die Ueberzeugung von der Wahrheit der Abstammungslehre dadurch wurde, dass die Erscheinungsreihen vermittelt sind als Ursachen und Wirkungen. Erinnern wir uns an die Weltformel von Laplace, in deren Besitz wir uns denken können, und mit welcher auch die künftigen Entwickelungen sich würden vorausberechnen lassen. In unserer Beschränkung freilich können wir uns nur einiger Sicherheit in der Berechnung und Klarlegung der Reihen nach rückwärts nähern. Dabei müssen wir das Wort Zufall streichen, da die Causalität, die wir begreifen, dasselbe vollkommen entbehrlich macht. Wer sich an den Anfang einer Entwickelung versetzt, sich z. B. gegenwärtig denkt bei der Entstehung der Reptilien, dem mag von dieser vorweltlichen Umschau aus die Ausbildung des Reptils zum Vogel ein „Zufall“ sein, wenn er sie nicht etwa prädestinirt denkt. Uns, die wir den Vogel rückwärts zu seinem Ursprung verfolgen, erscheint er als eine Folge von mechanischen Ursachen.

Fassen wir noch einmal zusammen, was wir mit der durch die Selectionstheorie begründeten Descendenz-

lehre gewinnen, so ist es die Erkenntniss des Zusammenhangs der Organismen als blutsverwandter Wesen. Je grösser die Uebereinstimmung der innern und äussern Kennzeichen, um so näher ist diese Verwandtschaft. Je weiter wir den Stammbaum nach seinem Ursprung hin verfolgen, um so sparsamer werden die bis zu diesen Wurzeln stichhaltigen Charaktere, um so mehr dieser Charaktere stellen sich heraus als Erwerbe im Laufe der Zeit. Indem wir diesen Erwerb eliminiren und die vererbten Eigenschaften, je weiter wir rückwärts tasten, immer mehr beschränken, reconstruiren wir die Stammbäume der verschiedenen Gruppen. [65].

Wir thun genau dasselbe, was man bei der Sprachforschung höchst natürlich und wissenschaftlich findet. Die Begriffe und Worte, welche den Individuen einer Sprachfamilie gemeinsam, sind die Mitgift aus dem geistigen und sprachlichen Besitzthum des Urvolkes, von welchem aus sich der Stammbaum der Familie verzweigt hat. Nicht mehr und nicht weniger hat der sogenannte „Zufall" in der Gestaltung der abgeleiteten Sprachen geherrscht, als in der Entwickelung der Organismen aus den Stammformen.

IX.

Die Entwickelung des Individuums (Ontogenie) ist eine Wiederholung der historischen Entwickelung des Stammes (Phylogenie).

Obschon die paläontologische Ueberlieferung voller Lücken, ist es doch, was selbst die meisten Gegner der Descendenzlehre zugestehen, ganz unverkennbar, dass von den ältern zu den neuern Perioden hin ein Fortschritt von niedrigern zu höhern Organisationsstufen stattfindet, wie er sich auch im System der heutigen

Pflanzen- und Thierwelt ausspricht; und dass vielseitig die embryonale Entwickelung, sowie Metamorphose und Generationswechsel, kurz die individuelle Entwickelung („Ontogenie", Haeckel) zur Vergleichung mit jenen paläontologischen Reihen, sowie mit der systematischen Aufeinanderfolge einladet. Der Parallelismus der paläontologischen mit der systematischen Reihe ist entweder ein Wunder, oder wird vermittels der Descendenzlehre verstanden. Ein Drittes gibt es nicht. Und die Descendenzlehre hält die Probe vollständig aus; sie zeigt uns, wie die Abstammung der heutigen Organismen von den ehemals existirenden auf der Vererbung der Eigenschaften der Vorfahren auf die Nachkommen und dem Erwerb der Individuen beruht. Die Erscheinungen der individuellen Entwickelung oder Ontogenie lassen keine andere Wahl: entweder sie bleiben unbegriffen, oder sie halten den Prüfstein der Descendenzlehre aus und ordnen sich dem grossen allgemeinen Princip unter.

Wenn man die unzähligen Thatsachen der Fortpflanzung und Entwickelung mustert, so theilen sie sich allerdings ein, sie ordnen sich zu analogen und homologen Gruppen, es ergeben sich Entwickelungstypen, man spricht von Entwickelung ohne Metamorphose, von Verwandlung und Generationswechsel. Welche nothwendige Beziehung aber die in der Verwandlung sich ablösenden Formen, die Gestalten des Generationswechsels zum fertigen Thiere oder dem geschlechtlich entwickelten Hauptrepräsentanten der Art haben, warum so viele Thiere keine Verwandlungen bestehen, sondern „fertig" aus dem Ei kriechen, warum die zu einer Klasse oder einem „Typus" gehörigen Arten einen und denselben Entwickelungstypus und Gang der Bildung besitzen, diese und ähnliche Fragen nach dem Verständniss dieser krausen Menge von Thatsachen drängen sich auf. Und auch sie sind Prüfsteine für unsere Theorie der Abstammung. Die Lehre leistet hierin soviel, wie je von einer grossen Hypothese in

ihrer speciellen Anwendung geleistet worden ist; und wenn sie auf alle oder wenigstens nahezu alle hier einschlägigen Fragen eine befriedigende Antwort gibt, so sind das ebenso viele Zeugnisse und Beweise für ihre Wahrheit, welche nach allem wissenschaftlichen Brauch und Recht und philosophischer Methode solange Geltung haben, bis nicht die Unwahrheit der Herleitungen und Schlüsse nachgewiesen und eine bessere Hypothese an Stelle der beseitigten gesetzt worden ist.

Der erste Satz, welcher aus der Descendenzlehre für die Erklärung der Thatsachen der Entwickelung der Individuen hergeleitet wird, kann lauten: die Uebereinstimmung in den Grundzügen der Entwickelung beruht auf gleicher Abstammung, oder, etwas anders gefasst, die Uebereinstimmung in den Grundzügen der individuellen Entwickelung findet ihre Erklärung in der gleichen Abstammung. Wie uns schon bekannt, wies zuerst C. E. v. Bär nach, dass die in den Grundzügen ihrer Organisation übereinstimmenden Mitglieder der grossen Abtheilungen des Thierreiches auch durch je einen besondern „Typus der Entwickelung" ihre Zusammengehörigkeit bekunden. Man hat diese Thatsache immer als selbstverständlich betrachtet, obgleich sie das grösste Wunder wäre, wenn man sie nicht aus der Descendenz ableiten könnte. Es ist daher hier der Ort, uns einige der zum Theil schon im dritten Abschnitt betrachteten Entwickelungsgrundformen vorzuführen, zugleich aber auch die Bedeutung dieser Typen mit Hülfe der Abstammungslehre zu erläutern. Wir nehmen als erstes Beispiel die Stachelhäuter. Obgleich aus der anatomischen Vergleichung eines Haarsternes, eines Seesternes, Seeigels und einer Seegurke oder Holothurie sich die innige Verwandtschaft dieser Repräsentanten der verschiedenen Abtheilungen der Stachelhäuter leicht ergibt, weichen dieselben doch in ihrer Körperform und der Gestaltung des Skelets ausserordentlich voneinander ab. Der relative Werth der Verschiedenheit

einer Holothurie von einem Seestern, des Seeigels von der Comatel lässt sich etwa mit der Verschiedenheit des Säugethieres vom Vogel, des Amphibiums vom Fisch vergleichen. Dennoch verlassen, einige Ausnahmen abgerechnet, welche eine specielle Bedeutung haben, diese verschiedenen Stachelhäuter das Ei in fast vollkommen gleicher Larvenform. Die Larve (*Fig. 12*) gleicht einem Boote mit ausgeschweiften und an beiden Enden verdeckartig übergeklappten Rändern. Dieser Bord ist mit einem ununterbrochenen Saume von schwingenden Härchen besetzt, durch deren Thätigkeit das kleine Boot sich bewegt. Ein kurzer, mit einer Magenerweiterung versehener Verdauungskanal ist das erste wesentliche Organ dieses Körpers. Wir beschreiben nicht die höchst complicirten Verwandlungen der Larve hier in einen Schlangenstern, dort in einen Schildigel, dort wieder in eine Seegurke, sondern fragen nur, welches wol die Ursache dieser Uebereinstimmung in den frühesten Stadien der individuellen Entwickelung sein könne. Es gibt hierauf keine andere vernünftige Antwort als: die Abstammung aller uns bekannten Echinodermen von einer ältern Form, in deren Entwickelung unsere Larve ebenfalls auftrat und von wo aus diese gemeinsame Stufe der Entwickelung auf den ganzen Stamm vererbt wurde. Es muss aber gestattet sein, noch weiter zu fragen, wie man sich erklären könne, dass aus einer bilateralen, d. h. nach rechts und links symmetrischen Larve ein strahlig gebautes Thier, wie die ausgewachsenen Echinodermen meist sind, hervorgeht. Hierauf hat Haeckel eine Vermuthung aufgestellt, über welche anfangs die Systematiker der alten Schule ausser sich geriethen, welche aber mehr und mehr Boden und durch die neuesten vergleichenden Untersuchungen, z. B. Hoffmann's: „Ueber die feinere Anatomie der See-

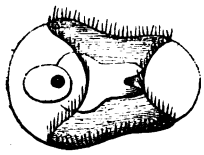


Fig. 12. Früheste Form der Echinodermenlarve.

sterne", an Halt gewinnt. Die bootförmige Larve der Echinodermen, namentlich in einer bei den Seesternen vorkommenden Modification, gleicht ganz auffallend einem gewissen Larventypus der Borstenwürmer des Meeres. Und da im Bau und in der Lagerung der Theile der Strahlen der Echinodermen, namentlich der Seesterne eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den Lagerungsverhältnissen und der Folge der Theile der Gliederwürmer bemerkbar ist, so betrachtet Haeckel unsere Thierklasse als einen Seitenstamm der Gliederwürmer. Er meint, dass die ältesten, uns nicht bekannten Echinodermen als Gliederwurmstöcke entstanden seien, in der Weise, dass am Kopfende des bilateralen, wurmartigen Mutterthieres Knospen in strahliger Anordnung gesprosst seien. Noch jetzt kommt diese Knospen- und, wenn man will, Stockbildung bei den Echinodermen vor, indem einige Seesternarten eine solche Reproductionskraft besitzen, dass ein einzelner abgerissener Arm oder Strahl sich zu einem vollständigen Thiere ergänzt. Ja, die Beobachtungen von Kowalewsky machen es höchst wahrscheinlich, dass die Ablösung der Strahlen und die Wiederergänzung durch Knospung bei einzelnen Species ein regelmässiger Vorgang ist. Ueber Haeckel's Hypothese lachen daher nur die, welche das Denken und Combiniren scheuen.

Im Stamme der Weichthiere ist die sogenannte Segellarve ein Zeuge vom verwandtschaftlichen Zusammenhange wenigstens zweier der grossen Klassen. Die dritte, am weitesten vorgeschrittene Klasse, die der Tintenschnecken, hatte ihr Wahrzeichen vielleicht schon zu jenen Urzeiten verloren, wo sie uns zum ersten male, wenn auch unter den etwas niedrigern Formen der Vierkiemer ihre Schalen in den silurischen Schichten zurückliess. Aber die Muscheln oder Blattkiemer und die Schnecken, welche in der anatomischen Entwickelung weit auseinander treten und zwei natürliche Klassen ausmachen, haben eine gemein-

same Larvenform oder, wenn die Larven verschiedene Gestalten zeigen, ein sehr bezeichnendes gemeinsames Larvenorgan, das Segel. Die beistehende Abbildung gibt rechts die Segellarve einer Herzmuschel vom Rücken aus gesehen. Am Vorderende haben sich zwei fleischige Lappen ausgebildet, welche mit Wimpern besetzt sind, durch deren Schwingungen das junge Thierchen schon im Ei seine spiraligen, drehenden Bewegungen ausführt, und zwischen welchen sich ein kleiner mit einer längern Wimper versehener Hügel erhebt. Dieselben ineinander übergehenden Wimperlappen oder Wimpersegel trägt links die Larve einer

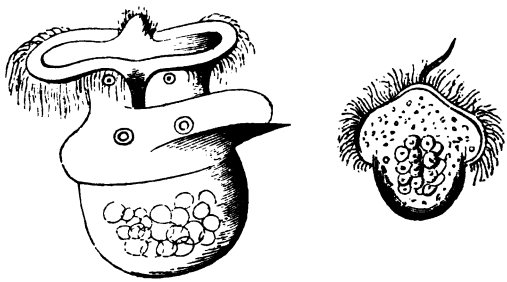


Fig. 13.

Seeschnecke (Pterotrachea), die wir halb im Profil sehen, und zwar schon in dem Stadium, wo ihre Augen und die Gehörwerkzeuge, der Fuss mit Deckel und ein zartes Gehäuse zum Vorschein gekommen sind. Auch bei ihr tritt aus der Ebene des Segels ein kleiner Fleischkegel hervor, der übrigens keine besondere Bedeutung hat. Die Anlage des Segels, der Zeitpunkt des Erscheinens dieses Larvenorgans, seine Lage zum Mantel, Kopf, Mund und Fuss, die spätere Rückbildung, alles stimmt in beiden Klassen genau überein. Wir kennen zwar bisher nur von einer verhältnissmässig geringen Anzahl der im Meere lebenden Muscheln und Schnecken die Entwickelungsgeschichte;

danach aber dürfen wir schliessen, dass bei diesen, in ihrer ursprünglichen Heimat gebliebenen Thieren dieses Erbstück allgemein sich erhalten hat. Selbst Gattungen, die in ihrem ausgewachsenen Zustande kaum noch an den Weichthiertypus erinnern, der Elefantenzahn und der Bohrwurm (Dentalium, Teredo) haben das Stadium der Segellarve conservirt. Dagegen finden wir bei den kiemenathmenden Süsswasserschnecken (Paludina) das Segel wenig entfaltet, und bei den von ihren seebewohnenden Verwandten am weitesten abweichenden Landschnecken ist die Segelbildung gänzlich verwischt, desgleichen auch bei den Süsswassermuscheln. Hat bei diesen Thieren die Anpassung und Wanderung nach dem Lande jene Folge für die embryonale und nachembryonale Entwickelung gehabt, so haben wir uns vorzustellen, dass für die Cephalopoden trotz ihres Verbleibens im salzigen Wasser andere Ursachen den Verlust der Segelstufe und den ihnen eigenthümlichen Verlauf der Entwickelung nach sich zogen.

Hinsichtlich der übrigen Entwickelungsgrundformen können wir auf den dritten Abschnitt verweisen. Die Anlage der höhern Gliederthiere deutet auf wurmartige, etwa den heutigen Gliederwürmern entsprechende Vorfahren, und wiederum die allmählige Vermehrung der Leibessegmente der Gliederwurmlarven, welche sich einer Knospenbildung vergleichen lässt, führt von diesen höhern Würmern auf die niedrigen mit ungegliedertem Leibe. Alle Wirbelthiere, den Menschen eingeschlossen, wenn sie nicht auf einem Zustande mit ungegliederter, noch nicht in einzelne Wirbelringe zerfallender Wirbelsäule verharren, erheben sich als Embryone aus diesem Stadium in das höhere definitive; und dass sie diesen gemeinsamen embryonären Zustand durchmachen, dies schliesst alle andern mechanischen Ursachen aus, ausser derjenigen der gemeinsamen Abstammung von Urformen, welche eine ungegliederte Wirbelsäule, keinen oder einen unvoll-

kommenen Schädel und kein oder ein vom Rückenmark nur wenig unterschiedenes Gehirn besassen. Karl Ernst v. Bär, welcher, während wir diese Blätter schrieben, seine Stimme gegen die Descendenzlehre erhoben, hat die Thatsache der Entwickelungstypen und den Gang innerhalb der Typen von dem Indifferenten zum Speciellen festgestellt; die Thatsache wird aber durch das Wort „Entwickelungstypus" nur umschrieben, nicht erklärt, und wir ziehen es, es kann nicht oft genug gesagt werden, wir ziehen es vor, unter der klaren Vorstellung der Abstammung uns etwas zu denken, als die unbekannte höhere Macht sich in den Entwickelungstypen auf eine unbegreifliche Weise manifestiren zu lassen. Schliesst man die Verkettung der Reihen durch directe Abstammung und Vererbung aus, so ist absolut nicht einzusehen, wie die höchste schöpferische Macht, die Natur oder der persönliche Gott, indem er sämmtliche höhere Thiere an gemeinsame niedrigste Entwickelungsstufen knüpfte, sie damit so vielfachen unzweckmässigen Einrichtungen und grossen Gefahren aussetzte. Von den Milliarden junger Austern, welche jährlich aus dem Ei schlüpfen, gehen die allermeisten unter der Ungunst der äussern Verhältnisse zu Grunde, weil die Auster das alte Erbtheil der schwärmenden Segellarve nicht abgelegt hat. Sie hat den Kampf um die Existenz mit Glück aufnehmen können, da sie gleich den meisten ihrer Klassengenossinnen sich der höchsten Fruchtbarkeit erfreute. Das lässt sich einsehen; dass aber ein persönlicher Schöpfer aus blossem Princip, um die Auster innerhalb des Entwickelungstypus zu halten, auch ihr das für sie höchst unpraktische Stadium der Segellarve gegeben, kann man, wie so vieles Unsinnige, nur glauben.

Haben sich ganz im allgemeinen die Uebereinstimmungen in den Grundzügen der Entwickelung aus der Gleichartigkeit der Abstammung ableiten lassen, so kann man weiter schreiten zur Erklärung derjenigen Entwickelungserscheinungen, welche uns als Genera-

tionswechsel und Metamorphose bekannt sind. In ihnen sind die historischen Entwickelungsstufen ganzer Klassen und Ordnungen auf die individuelle Entwickelung vererbt; ein Satz, welcher nur eine Folge und Anwendung des vorher erörterten ist, auch schon angedeutet wurde. In keiner Klasse bietet sich eine solche Fülle von Erscheinungen des Generationswechsels, welche der Erklärung

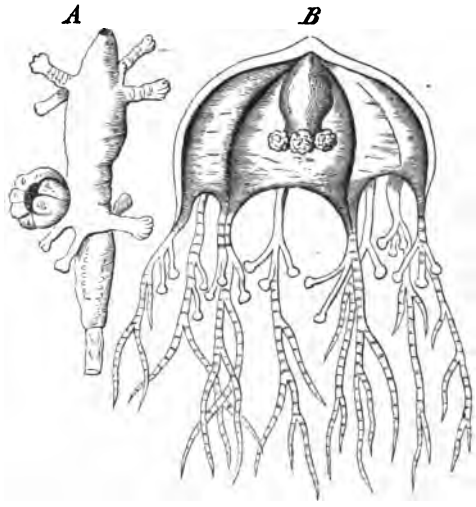


Fig. 14.

sich ohne jede Schwierigkeit fügen, als bei den Quallen. Wir haben oben (S. 38) die Entstehung des Cladonema an dem polypenartigen Stauridium kennen gelernt. Die Qualle ist die geschlechtsreife Form des Artkreises; ihre Eier entwickeln sich zum Polypen, der Zwischenform, die in ihrer Entwickelung innehält, das heisst nicht sich in das Thier verwandelt, von dem sie abstammt, sondern Knospen treibt. Erst in dieser Generation kehrt die Art zur Geschlechtsform zurück.

Das Verständniss dieses Generationswechsels wird uns, wenn wir von den einfachsten Quallenpolypen ausgehen. Ein solcher ist die beistehende Hydractinia carnea und zwar ein weibliches Individuum. Verglichen mit der Zwischenform Stauridium, als einer auf ungeschlechtlichem Wege sich fortpflanzenden Vorstufe zu Cladonema, erscheint Hydractinia höher, insofern als sie selbst Geschlechtsform ist. Die Zone von kugeligen Körpern in der Mitte des Leibes sind die Eierstöcke oder Eikapseln, welchen bei den männlichen Individuen Samenkapseln entsprechen. Ein Generationswechsel findet bei unserer Hydractinia nicht statt, wol aber, wie auch in der Entwickelung des Cladonemaeies zum Stauridium, eine Verwandlung einer flimmernden Larve zum festsitzenden Polypen. Es ist aber ersichtlich, dass die Rolle, welche bei der Hydractinia durch die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane versehen wird, im Zeugungskreise des Cladonema von den Geschlechtsthieren übernommen wird. Und in der Verfolgung dieses Ueberganges eines unselbständigen Organes in das selbständige Thier finden wir die Lösung und das Verständniss des als Generationswechsel bezeichneten Vorganges. Zwischen den Gattungen, welche gleich Hydractinia, und denen, welche gleich Cladonema sich fortpflanzen, finden sich zahlreiche Gattungen, deren Fortpflanzung uns den allmähligen Uebergang des anfänglichen Geschlechtsorganes in das Geschlechtsthier vor Augen stellt. Wir können die Gattungen der „Quallenpolypen" so aneinander reihen, dass sich herausstellt, wie die Theile, welche bei Hydractinia blos die Eier erzeugenden und umschliessenden Kapseln sind, immer vollkommener werden. Sie erhalten eine besondere

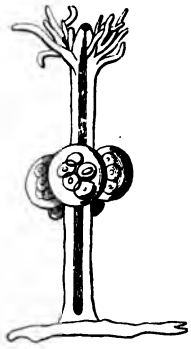


Fig. 15.

Abzweigung des Nahrungskanales und Blutgefässe, werden glockenförmig und versehen sich mit den für die Quallen charakteristischen „Randbläschen", eigenthümlichen Sinnesorganen. Kurz, was an einem gewissen Gliede der systematischen Reihe allenfalls noch als Organ bezeichnet werden kann, ist an dem nächsten die sich ablösende und zur neuen Generation werdende Qualle: das Geschlechtsorgan ist zum Geschlechtsthier geworden. Wie nun die individuelle Entwickelung von Cladonema und den andern sich gleich ihm vermehrenden Quallen mit der systematischen Reihe der Quallenpolypen correspondirt, so ist die einzig vernünftige und denkbare Erklärung der Ontogenie der den Generationswechsel zeigenden Quallen die, dass in ihm die historische Entwickelung der Gattung fixirt ist. Weder das Ei, noch das Huhn wurde geschaffen. Ehe die zartfarbigen Quallen in einsamer Pracht das Urmeer bevölkerten, waren die Quallenpolypen an den in stetem Wechsel begriffenen Küsten die einzigen Repräsentanten der noch in der Kindheit liegenden Klasse. Warum einzelne Gattungen, nach Art der Hydractinia, streng conservativ geblieben, die andern in geringerm oder höherm Grade dem Fortschritt gehuldigt, ob und wie Kampf ums Dasein und Auslese des Bessern hierbei wirksam gewesen, lässt sich allerdings für die einzelnen Arten nicht nachweisen. Entscheidend ist der Gesammteindruck und der Umstand, dass die Theorie sich mit den Thatsachen deckt.

Zu gleichen Betrachtungen und Resultaten führt die Entwickelungsgeschichte der Eingeweidewürmer. Diese in ihrem Bau weit auseinander gehenden Thiere sind entweder in und mit ihren Wirthen zugleich geschaffen, oder später ihnen anerschaffen, oder sie haben sich auf natürlichem, rechtem Wege an sie gewöhnt. Dass sie dabei von einem eingepflanzten „dunkeln Drange" geleitet wurden, von dieser Modification des dritten Falles dürfen wir wol absehen. Nach unserer

Lehre stammen also die jetzt ihr ganzes Leben oder einen Theil ihres Lebens als Schmarotzer auf oder in andern Organismen verweilenden Würmer von frei lebenden Thieren ab, und die in ihrer Entwickelung auftretenden Perioden, während welcher das Schmarotzerthum mit freien Stadien vertauscht ist, bedeutet den in allen Individuen sich regelmässig einstellenden Rückfall in den einst bleibenden Zustand der Vorfahren. Von den zur Klasse der Plattwürmer gehörenden Saugwürmern und Bandwürmern sind die letztern am weitesten von ihrem einstigen Ausgangspunkt entfernt; ihre Anpassung an das Leben in andern Thieren hat den Nahrungskanal entbehrlich gemacht, und so zeigen ihre Generationen und Verwandlungszustände weniger auf die Vorfahren hin, als dies bei einer andern Anzahl von Saugwürmern der Fall ist, mit denen jene durch eine Reihe anatomischer Charaktere als eng verwandt legitimirt werden. Beide wiederum theilen die Klassencharaktere mit den frei lebenden Turbellarien oder Strudelwürmern. Von solchen, d. h. von Formen, welche den jetzigen Strudelwürmern nahe standen, müssen Trematoden und Cestoden abstammen, und hiermit stimmt das freie Schwärmstadium, welches die Larve des Doppelloches (Distomum) als sogenannte Cercarie und vorher als rundlicher über und über flimmernder Körper durchmacht. Auch viele Fadenwürmer — die Abtheilung, zu welcher unter andern der Spulwurm gehört — haben in ihrer Jugend eine Stufe freien Lebens, auf welcher sie von den Jugendformen der zahlreichen, nie zum Schmarotzerleben übergehenden Verwandten, die sich vorzugsweise im Meere finden, nicht unterschieden werden können. Der Uebergang zum Parasitenthum, den uns die Ontogenie recapitulirt, war nichts anderes als eine Ausbreitung auf neues, der Ernährung Vortheile bietendes Terrain, und mit Bezug hierauf ist es höchst lehrreich, neben den Fadenwürmern die systematische Reihe der von van Beneden so ausgezeichnet

beschriebenen egelartigen Saugwürmer zu vergleichen. Wir finden in ihr alle Uebergänge von ganz frei lebenden, räuberischen Gattungen zu gelegentlich schmarotzenden, und von diesen zu solchen, welche unmittelbar nach dem Auskriechen aus dem Ei sich für ihre ganze Lebenszeit fixiren. Der Parasitismus erscheint hier, wie überall, als eine Anpassung an neue Wohnplätze, welche die Lebensgeschichte des Individuums aufbewahrt mit der Erinnerung an die einstige Gestalt.

Die Verhältnisse der parasitischen Würmer finden ihre Wiederholung in den parasitischen Krebsen, wie denn überhaupt eine höchst wahrscheinliche Urform des Krebsstammes in der Metamorphose mehrerer Ordnungen dieser grossen, vielfach variirten und doch so zusammenhängenden Klasse aufbewahrt ist. Die Larve, welcher, wie man mit grosser Sicherheit annehmen darf, die Urform der Krebsklasse sehr nahe stand, wurde einst für eine selbständige Gattung gehalten und empfing den Namen Nauplius. Man spricht also von einem Nauplius-stadium, welches sich namentlich bei den niedern Krebsen, den Copepoden, Parasiten, Rankenfüssern und den sich diesen anschliessenden merkwürdigen Wurzelfüssern erhalten hat, jedoch auch in der höchsten Ordnung, den zehnfüssigen stieläugigen Krebsen nicht fehlt. Wir werden unten uns mit der sogenannten verkürzten Entwickelung bekannt zu machen haben, welche sich unter den Krebsen die Zehnfüsser angeeignet haben, wie man früher glaubte, alle. Wäre dies wirklich der Fall, so würden wir zwar auch noch, gestützt auf die Analogie, für sie den directen Zu-

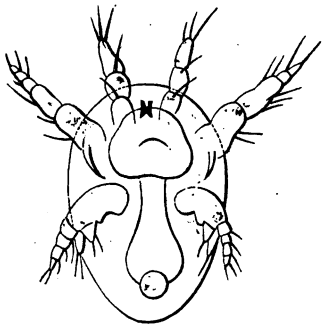


Fig. 16. Nauplius.

sammenhang mit den übrigen noch die Naupliusstufe in der Entwickelung wiederholenden Ordnungen erschliessen, allein es war doch eine hochwillkommene Entdeckung Fritz Müller's, dass eine Garnele (ein Peneus) noch heute ihre Entwickelung als Nauplius beginnt, während alle andern Ordnungsgenossen, soviel bekannt, im höhern Zoëastadium (vgl. S. 50) das Ei verlassen. Da bisjetzt von Hunderten der stieläugigen Krebse kaum ein Dutzend nach ihrer Entwickelung untersucht sind, so kann man nicht zweifeln, dass hinsichtlich des Naupliusstadiums noch andere Arten sich jenem Peneus von der brasilianischen Küste anschliessen werden. Aber selbst wenn dieser Fall ein Unicum in der Ordnung bliebe, würde er als lebendiges Zeugniss des Zusammenhanges der Gegenwart der Zehnfüsser mit den Urkrebsen ausreichen. Oder gibt es etwa eine andere Auffassung? Nein. Die Naupliusentwickelung des Peneus ist entweder ein glänzender Beleg für die Abstammungslehre, oder ein sinnloses Paradoxon.

Nach dem Vorangegangenen erläutert sich die Verwandlung der Amphibien von selbst. Ihre Vorgänger waren Wasserathmer, deren Gestalt und Lebensweise die langschwänzigen Amphibien, also die Tritonen und Molche, getreuer bewahren als die Frösche. Bei unsern Tritonen tritt die Geschlechtsreife nicht selten schon im Larvenzustande ein, das ist also auf einer Stufe, welche bei den Vorfahren der heutigen Gattungen die definitive war. Es gibt sogar noch eine Art, den mexicanischen Acholotl, der regelmässig auf dieser Larvenstufe sich fortpflanzt. Höchst interessant ist Aug. Dumeril's Beobachtung, dass von den Tausenden von Acholotls, welche er in Paris zog, einzelne über das bisher bekannte Stadium ihrer Entwickelung hinausgingen, nämlich ihre Kiemen verloren, ihre Körpergestalt nicht unwesentlich veränderten und aus Kiemenathmern und Wasserthieren zu Lungenathmern und Landthieren wurden. Es bedarf der weitern

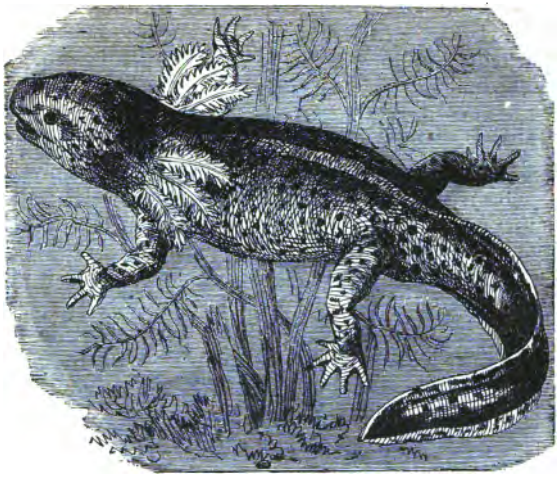


Fig. 17. Acholotl.

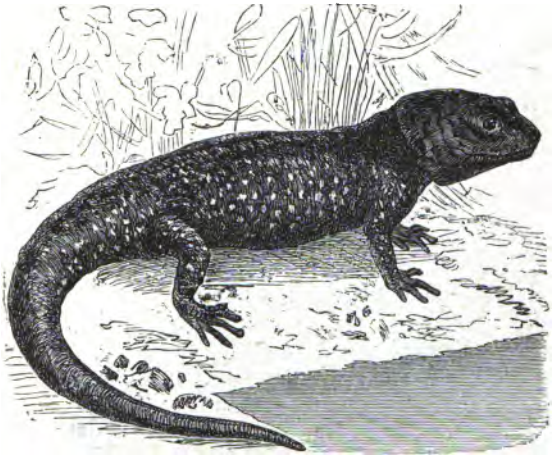


Fig. 18. Amblystoma.

Forschung, ob nicht etwa, was jedoch unwahrscheinlich, in ihrer Heimat alle Acholotls, nachdem sie sich schon im Larvenzustande fortgepflanzt, die Metamorphose zu molchartigen Thieren (Amblystoma) durchmachen, oder ob die Versetzung nach Europa und die damit verbundene gänzliche Veränderung der Lebensverhältnisse den Anstoss zu einer fortschreitenden Umwandlung jener einzelnen Individuen gegeben, welche unter Andauer dieser Bedingungen in spätern Generationen auf immer mehr Individuen sich ausdehnen und schliesslich der Art, als einer neuen, eigenthümlich werden würde.

Die bisher betrachteten Beispiele der Ontogenie oder individuellen Entwickelung hatten das Eigenthümliche, dass das geschlechtsreife Thier sich nicht unmittelbar aus seinem Ei gleich dem Phönix aus der Asche verjüngte, sondern verschiedene Gestalten und Wesenheiten durchzumachen hatte, in welcher die Vorfahren der Art wieder greifbar und lebendig werden. Es fragt sich nun, wie zu dieser wahrhaft epischen, erzählenden Entwickelung sich die Form der Fortpflanzung stellt, welche die Systematik lediglich nach der Thatsache, ohne sich dabei etwas denken zu können, „directe Entwickelung" oder „Entwickelung ohne Generationswechsel und Verwandlung" genannt hat. Die flimmerhaarigen Embryone vieler Quallen werden nicht zu polypenförmigen Zwischenformen, sondern gehen unmittelbar in die Qualle über. Die meisten höhern Krebse verlassen nicht als Nauplius das Ei, sondern schon mehr oder weniger vollkommen als Zehnfüsser ausgebildet. Der Vogel, das Säugethier, der Mensch, sie alle sind, wenn sie geboren werden, „ihren Aeltern ähnlich". Erwägt man, dass die Vorgänge des Generationswechsels an sich durchaus nicht vortheilhaft oder „zweckmässig" sind — man denke nur an die Schicksale der Eier des Bandwurms —; dass durch den Larvenzustand die Zeit der Kindheit und Schwäche verlängert, die Zeit der Reife und der erfolgreichen

Obsorge für den Artbestand hinausgeschoben wird, so folgt, dass Abkürzungen und Reductionen dieser Entwickelungsformen, welche infolge von Anpassungen eintreten, als vortheilhafte Aenderungen Aussicht auf Befestigung haben. Wie die Verlängerung des Larvenstadiums der Amphibien durch natürliche Umstände und künstliche Versuche herbeigeführt werden kann, so ist in gleicher Weise eine Zusammendrängung der Stadien der Verwandlung und überhaupt eine Verkürzung der Verwandlung denkbar, und es liegen gerade aus der Klasse der Amphibien mehrere Beispiele der verkürzten und modificirten Metamorphose vor, welche die scheinbare Kluft zwischen der Entwickelung mit und der ohne Verwandlung überbrücken und die directe Entwickelung als allmählich erworben begreiflich machen. Amphibien werden sich überall hin auszubreiten suchen, wohin sie genügende Insektennahrung einladet, und der schwarze Salamander des Hochgebirges (Salamandra atra) hat selbst das Hinderniss überwunden, welches man für ein unübersteigliches halten sollte, den Mangel von Gewässern für seine Larven. Er legt seine Eier nicht, gleich seinen Verwandten, sondern nur zwei werden in die Eileiter aufgenommen, und die von deren Wandungen ausgeschiedene Flüssigkeit ersetzt ihnen und den hier auskriechenden Larven den Sumpf. Hier, nicht ausserhalb der Mutter, kommen die Kiemen zum Vorschein, während die allmählich nachrückenden übrigen Eier von den nahrungsbedürftigen Larven gefressen werden. Die Verwandlung des schwarzen Molches, über welche leider neuere Untersuchungen vermisst werden, geht also im Mutterleibe vor sich, und es macht keine Schwierigkeit, die Erwerbung dieser Eigenthümlichkeit durch die Nöthigung der Anpassung an aussergewöhnliche Lebensverhältnisse sich vorzustellen. Wenn uns die Lebensweise des Beutelfrosches, dessen Junge in einer Hautfalte des Rückens ausgetragen werden, der surinamischen Kröte, deren Larven einzeln in waben-

artigen Fächern des Rückens leben, bekannter wären, als sie es sind, würden wir gewiss zu ähnlichen Resultaten, wie beim schwarzen Salamander kommen. In Ermangelung dessen ist eine erst 1873 veröffentlichte Beobachtung des Herrn Bavey, Marine-Pharmaceut in Guadeloupe, höchst wichtig.[66] Ein dortiger Frosch (Hylodes martinicensis) macht seine ganze Verwandlung im Ei durch. Er hat im Ei die Kiemen und den Schwanz, und aus der kurzen Notiz, dass auf der Insel nur schnell verrinnende Giessbäche, nirgends stehende Gewässer und Sümpfe sich finden, geht hervor, dass es sich auch in diesem Falle um eine die Entwickelung modificirende und verkürzende Anpassung handelt.

Sehen wir nun nach dieser Hinüberleitung die sogenannte directe Entwickelung näher an, so lässt sie sich durchaus der Metamorphose des Hylodes von Guadeloupe vergleichen. Die directe Entwickelung ist eine Verwandlung im Ei, und auch wo sie stattfindet, sind die embryonalen Entwickelungsstufen mehr oder weniger deutliche Wiederholungen der historischen Entwickelung des Stammes. Wir wollen nur an den der Metamorphose nicht unterworfenen Wirbelthieren einige Phasen des embryonalen Lebens hervorheben, welche Stufen einer verkürzten Verwandlung sind und stabile Zustände der Vorfahren recapituliren. Dass bei allen Wirbelthieren die Wirbelsäule als ein ungegliederter Strang und eine ungegliederte Scheide für das Rückenmark sich anlegt, ist wiederholt erwähnt. Es ist der bleibende Zustand niedrigster Fische. Auch bei den höhern Wirbelthieren besteht das Gehirn anfangs aus einigen hintereinander liegenden Blasen, der definitiven Form der niedrigen Gruppen. Das embryonale Herz der Säuger und Vögel beginnt mit der Schlauchform und besitzt später die Communication der Kammern, welche bei den Reptilien sich nie schliessen. Die Kiemenbogen sind bei den Amphibien während der Larvenperiode wirklich Kiemen tragend. Sie fehlen den

Embryonen der Reptilien, Vögel und Säuger nicht, ebenso wenig als die Spalten, durch welche bei Fischen und Amphibienlarven das Athemwasser abfliesst. Sollen wir die einzig mögliche Erklärung dieser Thatsachen nochmals niederschreiben?

Ehe wir auf die Erscheinungen hinweisen, welche für das Entsprossen der Stämme aus gemeinsamer Wurzel sprechen, wollen wir noch eines der bedeutendsten Zeugnisse der neuesten Zeit anführen, welches die Artwerdung durch einen grössern geologischen

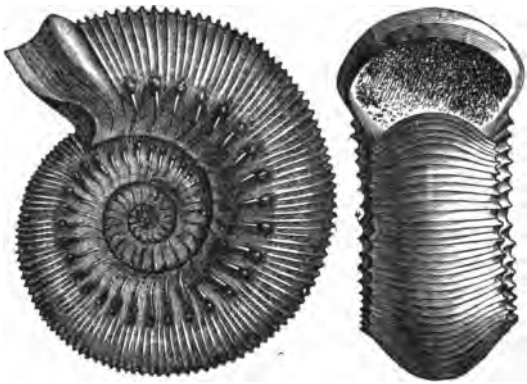


Fig. 19. **Ammonites Humphresianus. Eine den Planulaten sehr nahe stehende Form.**

Zeitraum verfolgt und die Beziehungen der individuellen zur Art-, Gattungs- und Familienentwickelung ins einzelnste darlegt. Es ist L. Würtenberger's Beitrag zum geologischen Beweise der Darwin'schen Theorie, auf die wir uns schon einmal (S. 88) berufen haben. Es handelt sich um die beiden Ammonitenfamilien der Planulaten und Armaten, welche letztere nach Würtenberger's Untersuchungen sich aus den erstern entwickeln, indem die Rippen der Planulaten allmählich in die Stacheln der Armaten übergehen. Uns interessiren besonders folgende Stellen der vorläufigen Mit-

theilungen über die Entdeckungen, welche an Tausenden von Exemplaren gewonnen sind und wol erst in einigen Jahren mit allen Belegen veröffentlicht werden. „Es war für mich eine besondere Freude", sagt Würtenberger, „als ich endlich nach mancherlei sorgfältig vergleichenden Studien eine interessante einfache Gesetzmässigkeit in dem Variiren der Ammoniten auffand. Wenn nämlich eine Veränderung, welche später für eine ganze Gruppe eine wesentliche Bedeutung erlangt, zum ersten mal auftritt, so ist dieselbe nur auf einem Theil der letzten Windungen ganz leicht angedeutet. Gegen jüngere Ablagerungen hin tritt diese Veränderung immer deutlicher hervor und schreitet dann, dem spiralen Verlaufe der Schale folgend, nach und nach immer weiter gegen das Centrum der Ammonitenscheibe fort; d. h. sie ergreift allmählich immer mehr auch die innern Windungen, je höher man die betreffenden Formen in jüngere Schichten hinauf verfolgt. Diese Fortpflanzung der in vorgeschrittenem Lebensalter auftretenden Aenderungen auf immer jüngere Lebensstufen geht indessen nur langsam vorwärts, sodass wir an den innern Windungen mit grosser Beharrlichkeit die ältern Formen wiederholt sehen. Oft hat sich dann eine solche Aenderung erst eines kleinern Theiles der Windungen bemächtigt, bis aussen schon wieder eine neue hinzutritt, welche der erstern nachfolgt. So sehen wir, die Schichten von unten nach oben durchsuchend, Veränderung um Veränderung auf dem äussern Theile der Ammoniten beginnen und nach dem Centrum der Scheiben hin fortschreiten. Die innersten Windungen widerstehen indessen oft mit grosser Beharrlichkeit diesen Neuerungen, sodass man auf denselben gewöhnlich mehrere solcher Entwickelungszustände nahe zusammengedrängt findet, indem die Schale eines Ammonitenindividuums mit einem ältern Formentypus beginnt und dann

jene Veränderungen in derselben Weise nacheinander aufnimmt, wie dieselben bei der geologischen Entwickelung der betreffenden Gruppe in langen Zeiträumen aufeinander folgen."

„Die Ammoniten erhalten also", heisst es später, „in einem vorgeschrittenern und reifern Lebensalter — erst wenn sie den von ihren Aeltern ererbten Entwickelungsgang möglichst in derselben Weise, wie diese, durchgemacht haben — die Fähigkeit, sich nach einer neuen Richtung abzuändern, d. h. sich neuen Verhältnissen anzupassen; jedoch kann sich dann eine solche Veränderung in der Weise auf die Nachkommen forterben, dass sie bei jeder der folgenden Generationen ein klein wenig früher auftritt, bis diese letzte Entwickelungsstufe selbst wieder den grössten Theil der Wachsthumsperiode charakterisirt. Eine solche letzte und längste Entwickelungsstufe lässt sich dann aber durch neuere, sich auf gleiche Weise ausbildende kaum jemals wieder ganz verdrängen: die Vererbung wirkt so mächtig, dass eine solche einmal vorherrschende Periode der Entwickelung sich im jugendlichen Alter der Ammoniten, wenn auch oft kaum angedeutet, wiederholt. An einem Ammonitenindividuum aus einer jüngern Schicht müssen dann also die zurück- und zusammengedrängten Entwickelungsperioden auf den innersten Umgängen in derselben Reihenfolge auftreten, wie sie einander die Herrschaft abrangen. Es ist äusserst interessant, an Inflaten des obern weissen Jura, die sich zu Ammonites liparus, der auf den sichtbaren äussern Windungen nur eine Stachelreihe zeigt, stellen, Windung für Windung behutsam abzusprengen und so den Entwickelungsgang zu studiren: gegen innen zu sind auf einer Strecke immer zwei Stachelreihen vorhanden, weiter gegen das Centrum verschwindet die innere, sehr bald darauf auch die äussere, und der Kern von einigen Millimetern Durchmesser erscheint dann auf etwa einem halben Umgange

als Planulat mit deutlichen Rippchen, welche gegen den Anfang hin ebenfalls wieder verschwinden. Also selbst die Planulatenrippen, welche bei den liasischen Ahnen dieser Inflaten die Windungen beherrschten, jedoch schon im obern braunen Jura von den Stacheln verdrängt wurden, bezeichnen noch im obersten weissen Jura bei diesen späten und wesentlich veränderten Nachkommen eine kurze Periode des jugendlichen Alters."

Würtenberger zeigt weiter, wie diese Verhältnisse auf einfache Weise sich nur durch die Darwin'sche Theorie erklären lassen: „ohne diese letztere blieb uns hier blos ein wunderliches Räthsel".

Fig. 20. Ancyloceras.

Es lag nahe, die Anwendbarkeit der Selectionstheorie auch an den sogenannten ammonitischen Nebenformen, wie Ancyloceras, zu erproben, denjenigen Gattungen nämlich, deren Windungen und Curven sich nicht, wie bei den echten Ammoniten, unmittelbar berühren, und zum Theil verhüllen, und welche als Spätlinge und *Ausläufer* der Gruppe den Verfall in sich zu tragen scheinen. Selection und Verfall!? Würtenberger zeigt, wie das Aufgeben der Berührung der Umgänge bei bestachelten Ammoniten ein Vortheil war, der sich durch Auslese befestigen musste. Wenn daneben andere Paläontologen das mit der Auflösung der geschlossenen Spirale auftretende Schwanken der Form als einen Ausdruck des Niederganges der Gruppe ansehen, so scheint kein Widerspruch darin zu liegen, indem, was anfänglich als Vortheil von der natürlichen Züchtung ausgebeutet wurde, in seinen Folgen sich verderblich erwies.

Wie wir gesehen, werden durch Abkürzung der Entwickelung gerade die frühesten Zustände in dem Grade verwischt, dass die Hinweisung auf die Beschaffenheit der Vorfahren immer mehr zurücktritt. Unsere Lehre führt aber mit Nothwendigkeit zu der Ueberzeugung, dass die Stämme, innerhalb deren wir bisjetzt die Ontogenie mit der Phylogenie vergleichen konnten, sich in ihren Ursprüngen immer mehr einander nähern, und rechtfertigt die Erwartung, dass

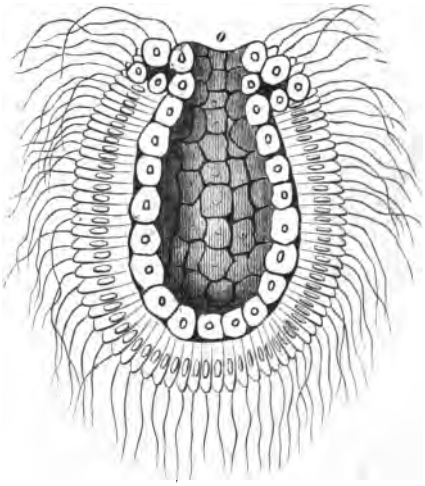


Fig. 21. Gastrula.

wenigstens hier und da in der individuellen Entwickelung einzelner Repräsentanten der verschiedenen Stämme die Zeugen gemeinschaftlicher Abstammung auftauchen. Das trifft denn auch zu, und zwar in dem Masse, dass durch früheste Larvenstufen ein Band zwischen den niedrigsten und den höchsten Thieren hergestellt ist. Wenn man eine Anzahl von Gruppen niedrigster Lebewesen, bei denen das ungeformte Protoplasma die verschiedenen Lebensfunctionen der Ernährung, Reiz-

barkeit, Bewegung und Fortpflanzung versieht, mit Haeckel deshalb als ein Mittelreich abscheidet, weil ihnen die geschlechtliche Fortpflanzung mangelt, so muss man wol weiter dem Genannten zustimmen, wenn er die sonst an jene Protisten sich anschliessenden Spongien oder Schwämme wegen ihrer geschlechtlichen Vermehrung und der Art ihrer embryonalen Entwickelung und der ersten Larvenstadien Thiere nennt. Haeckel hat eine Larvenstufe der Kalkschwämme mit dem Namen Gastrula belegt, wo das Thier einen Sack, oder, wenn man will, einen mit einer Mundöffnung versehenen Magen vorstellt. Die Wandung wird gebildet aus zwei Schichten von Zellen; die äussere besteht aus Geiselzellen, d. h. jede Zelle ist mit einer längern Wimper versehen. An der Sacköffnung geht die äussere Schicht in die innere über, und aus diesen beiden Blättern baut sich der Spongienleib in ganz bestimmter Weise auf. Wenn nun diese Gastrulalarve zunächst bei den Cölenteraten, den Polypen und Quallen, wiederkehrt, wo man schon seit langer Zeit die allmähliche Entwickelung aus den beiden, Entoderm und Ektoderm genannten Blättern zu den complicirtesten Gestalten kennt, und wenn, wie Haeckel weiter gezeigt hat, der Vergleich des Osculums oder der grössern Oeffnung des Schwammindividuums mit dem Munde des Polypen und der Qualle, der grossen Centralhöhle des Schwammes mit dem Magen jener, des Kanalsystems mit den Kanälen und Höhlungen der Cölenteraten sich genau durchführen lässt, so ist im Zusammenhange der Tausende von andern die Descendenzlehre bedingenden und stützenden Thatsachen der Schluss unausbleiblich, dass in der Gastrula ein Zeuge der Blutsverwandtschaft der Spongien und Cölenteraten vorliege. Nun kehrt diese Gastrula aber wieder bei den Holothurien, also Echinodermen, bei Sagitta, bei den, unten im Stammbaum der Wirbelthiere noch näher zu berücksichtigenden Ascidien, endlich im Lanzettfisch, und wir

halten uns daher berechtigt, dieses Zusammentreffen der frühesten Entwickelungszustände verschiedener Stämme als das Ueberbleibsel der gemeinsamen Wurzel zu betrachten, welches in andern Stämmen, z. B. den Gliederthieren, in der Verkürzung der Entwickelung verloren gegangen ist. Die Bedeutung der „Keimblätter" für das Wirbelthier war schon von Pander und in den bahnbrechenden Arbeiten von Bär erkannt worden; die Ausdehnung und Verwerthung dieser Beobachtung über das ganze Thierreich, wie man sie besonders Kowalewsky verdankt, bezeichnet einen der grössten Fortschritte der vergleichenden Entwickelungslehre.

Wir mussten früher den ausserhalb der Detailforschung unserer Wissenschaft stehenden Leser darauf aufmerksam machen, dass es Gegner der Selectionstheorie gibt, wie Owen, welche gleichwol die Descendenz als unbestreitbar annehmen. Auch der Parallelismus der Ontogenie mit der Phylogenie kann mit Zurückweisung der natürlichen Züchtung in den von uns verfochtenen natürlichen Zusammenhang gebracht werden unter der Voraussetzung einer unnatürlichen, will sagen übernatürlichen Leitung, welche jene scheinbar natürliche Einheit zum Wunder macht. Erst jüngst hat Al. Braun die Uebereinstimmung des botanischen Systems und damit der paläontologischen Folge mit der Entwickelung des Pflanzenindividuums hervorgehoben, indem er sagt[67]: „In der weitern Ausbildung des natürlichen Systems tritt der Stufenbau des Pflanzenreichs und damit zugleich die Beziehung des Systems zur Entwickelungsgeschichte immer deutlicher, ungesucht und unabweisbar hervor. Die Acotyledonen werden als blütenlose Pflanzen, wofür sie schon die alten Botaniker der vorlinné'schen Zeit hielten, constatirt und dadurch ihr Verhältniss zu den Blütenpflanzen klarer ausgesprochen; die Blütenlosen werden in zwei wesentlich verschiedene Abtheilungen, in denen sich gleichfalls Stufenfolge bestimmt ausspricht (Zellen-

kryptogamen und Gefässkryptogamen = Thallophyten und Kormophyten) zerlegt; zwischen den vollkommenen Blütenpflanzen und den Blütenlosen wird eine Mittelstufe, die der nacktsamigen Pflanzen nachgewiesen, das Wichtigste aber ist der Umstand, dass die gewonnenen vier Hauptstufen des Pflanzenreiches aufs genaueste den allen höhern Pflanzen zukommenden individuellen Entwickelungsstufen entsprechen, dem Keime, dem vegetativen Stock, der Blüte und der Frucht." Warum aber dieser Parallelismus das Wichtigste sein soll, wenn wir damit nicht zur Erkenntniss der wahren Causalität geführt werden, ist uns nicht begreiflich. Wir können uns wol denken, dass man sich mit den „innern Ursachen" und dem „Princip der Vervollkommnung" als dem refugium ignorantiae abfindet, nicht aber, dass sich die Forschung damit wirklich beruhigt. Unserm Standpunkte muss daher die Einstimmung der Resultate der botanischen Forschung auch höchst wichtig sein, aber aus dem sagbaren Grunde, weil damit die Theorie abermals durch eine grosse Reihe von Thatsachen gestützt und befestigt wird.

Hat man einmal die Uebereinstimmung der Entwickelung der Stämme bis zur Gastrula verfolgt, so wird man dabei nicht stehen bleiben, sondern auch die Gleichheit der Samenkörperchen und Eizellen von den Spongien bis zu den Wirbelthieren als uraltes Gemeingut auffassen, welches die Thier- und die Pflanzenwelt verbindet, und vor dessen Erwerb nur solche Weisen der Fortpflanzung stattfanden, wie sie bei den Protisten und im Generationswechsel erhalten sind.

Wie nun schon die Gemeinsamkeit der Grundlagen der geschlechtlichen Fortpflanzung der verschiedenen Stämme auf gemeinsamen Ursprung drängt, so führt die, wie wir gesehen, mit der geschlechtlichen Vermehrung in unmittelbarem Zusammenhange stehende ungeschlechtliche Fortpflanzung durch unbefruchtete

Eizellen und Keimkörper immer tiefer zurück in die Anfänge des Lebens. Die mit Kern und Hülle versehene Zelle ist aber unablöslich von den kern- und hüllenlosen Protoplasmakörperchen, auf deren Wachsthum und Theilung die Fortpflanzung der niedersten Lebewesen beruht.

Ihre Entstehung aus der unorganischen Materie ist, wie wir oben auseinandergesetzt, ein Postulat des gesunden Menschenverstandes. An diesen Anfang des Lebens leitet uns, nicht, wie die Gegner der Descendenzlehre sagen, eine dogmatisirende Afterphilosophie, sondern die aufmerksame und vorurtheilsfreie Betrachtung und Combination der Thatsachen der Entstehungsgeschichte des Individuums.[68]

X.

Die geographische Verbreitung der Thiere im Lichte der Abstammungslehre.

Obwol schon seit dem Jahrhundert der grossen geographischen Entdeckungen das Material für Pflanzen- und Thiergeographie sich anhäufte, ist die Grundlage einer wissenschaftlichen Pflanzengeographie doch erst, abgesehen von Georg Forster's Beobachtungen, in Humboldt's berühmten „Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse" enthalten. Es ist die erste, das gesammte Areal der Erde umfassende Schilderung von Pflanzenformen, wie sie theils einzeln, theils combinirt ihren Verbreitungsbezirken ein eigenthümliches landschaftliches Gepräge geben, und wiederum ihrerseits sich in Harmonie mit den andern landschaftlichen Factoren befinden. Der berühmte Begründer der Klimatologie, welcher den Erdball mit den Linien gleicher Temperatur, der gleichen Inclination und Declination der Magnetnadel umspann, in trockene und regenreiche

Zonen sonderte, wusste besser als irgendeiner seiner Zeitgenossen, dass Thier- und Pflanzenwelt von allen diesen Factoren abhängig seien. Allein weder er noch seine Nachfolger bis auf Darwin sind über die Stufe der Naturschilderung hinausgekommen, die schon Buffon in seinem grandiosen Naturgemälde, den *„Epoques de la Nature"*, eingehalten.

Eine selbstverständliche Folge der ausserordentlichen Erweiterung des geographischen Horizontes und der Vertiefung in die Specialuntersuchung war die immer sorgfältigere Feststellung der Verbreitungsbezirke der Thier- und Pflanzenfamilien und ihrer hervorragenden Arten, wobei man, wie gesagt, entweder gar nicht nach den Ursachen der Verbreitung fragte, oder es sich so leicht machte, wie Louis Agassiz, der die Arten nicht, wie Linné, von je einem Paare herleitete, sondern sie in beliebigen Mengen von Individuen über ihre Verbreitungsbezirke erschaffen werden liess. Dass damit keine der sich jetzt uns aufdrängenden Fragen, z. B.: warum nicht unter gleichen natürlichen Verhältnissen immer die gleichen Arten sich finden, oder umgekehrt? warum einander sehr nahe stehende Arten oft unter ganz ungleichen äussern Bedingen auftreten? wie man sich das Verhältniss der sogenannten vicarirenden Formen zueinander zu denken habe u. dgl., gelöst wird, ist zu erwarten. Wie neuerdings Rütimeyer in seiner ausgezeichneten Abhandlung: „Ueber die Herkunft der schweizerischen Thierwelt"[69], bemerkt hat, hob schon Buffon jene Wiederholung der afrikanischen in der amerikanischen Fauna hervor, wie z. B. hier das Lama ein verjüngtes und schwächeres Abbild des Kamels sei, der Puma der Neuen Welt den Löwen der Alten repräsentire. Allein mit dem Wort „Repräsentativform" oder „vicarirende Form" ist an sich nichts gewonnen, und ein Verständniss kommt in diese Thatsachen einzig und allein, wenn wir mit der Annahme an die Untersuchung gehen, Kamel und Lama' Puma und Löwe seien gemeinschaftlicher Abstammung,

und ihre Sonderentwickelung sei im Laufe der Zeiten durch Trennung der Wohnsitze ihrer Vorfahren begünstigt und bedingt worden.

Ein anderes, der Schlussfolgerung zugänglicheres Beispiel für die sogenannten vicarirenden oder „analogen" Arten gibt die Vergleichung der südeuropäischen, namentlich spanischen Schnecken mit den nordafrikanischen, worüber wir Bourguignat ausgezeichnete Beobachtungen verdanken. Derselbe hat in Uebereinstimmung mit den übrigen faunistischen und floristischen Thatsachen festgestellt, dass die spanische und die nordafrikanische Molluskenfauna ein Ganzes bilden, sodass die algierische Schneckenwelt als ein blosser Anhang der südeuropäischen erscheint trotz der Trennung durch die Meerenge von Gibraltar. Nun ist es erwiesen, dass in jüngerer geologischer Zeit diese Strecke von Nordafrika in der That eine Halbinsel von Spanien war, und dass ihre Vereinigung mit Afrika im Norden bewirkt wurde durch den Durchbruch der Strasse von Gibraltar, im Süden und Osten durch eine Hebung, welcher die Sahara ihr Dasein verdankt. Noch jetzt werden die Ufer des einstigen Saharameeres gekennzeichnet durch die Gehäuse derselben Schnecken, die am Mittelmeerufer leben. Aber nicht alle nordafrikanischen Schneckenarten sind identisch mit den spanischen, zu zahlreichen Afrikanern finden sich auf unserer Seite nur „analoge" Arten. Wenn nun also gewisse spanische Arten zwar nicht selbst in Afrika vorkommen, aber doch durch sehr ähnliche Formen vertreten sind, so verbindet sich mit dem sonst bedeutungslosen Wort „analoge" Arten für unsern Standpunkt zugleich der Begriff der gemeinschaftlichen Abstammung der einander ersetzenden Formen und der durch die Isolirung und die veränderten Verhältnisse hervorgebrachten localen Umwandlungen. Wer an die Sonderschöpfung der Arten glaubt, wird gerade bei den Land- und Lungenschnecken auf eine harte Probe gestellt, indem es sich zeigt, dass

auf isolirten Inseln und Inselgruppen diese schwer wandelnden und bodenständigen Thiere eine ganz ausserordentliche Mannichfaltigkeit erreicht haben. Auf der Madeiragruppe zählte man vor etwa zehn Jahren 134 Arten Lungenschnecken, von denen nur 21 Arten sich auch in der afrikanisch-europäischen Fauna fanden. Sie und die andern 113 Arten sind meist an enge Districte und einzelne Thäler gebannt. Sollen wir annehmen, dass die 113 Arten für Madeira und die 21 Arten für Madeira und Afrika-Europa einzeln geschaffen wurden? Müssen wir nicht vielmehr schliessen, dass einst ein Zusammenhang zwischen Europa und der heutigen Inselgruppe von Madeira stattfand, und dass jene 21 Arten blieben, was sie vor der Trennung waren, während aus den übrigen uns unbekannten, nur noch in analogen Formen auf dem Festlande vorhandenen Arten die merkwürdige Fülle von neuen Arten hervorging? Ihnen und ihren Genossen auf andern isolirten Inseln war vielseitiger Kampf erspart, und ohne Zweifel geben sie ein günstiges Beispiel ab für das Wagner'sche Migrationsgesetz, indem bei der Schwierigkeit der Wanderung dieser Thiere und der Unwahrscheinlichkeit eines reichlichen Nachschubes die sich absondernden Individuen auch unter geringen neuen Einwirkungen Aussicht auf Abweichung von der Stammart hatten.

Die unwissenschaftliche Meinung, dass unter gleichen oder fast gleichen äussern Verhältnissen gleiche oder ähnliche Organismen in grosser Anzahl geschaffen worden seien, erhält einen argen Stoss durch die Wahrnehmung, dass oft das gerade Gegentheil eingetreten ist. Wir werden weiter unten mehr Thatsachen hierfür beibringen und wollen hier nur auf ein schlagendes Beispiel hinweisen. Warum hat Amerika in der heutigen Periode keine Pferde, obschon, wie sich gezeigt, die eingeführten Pferde vortrefflich gedeihen? Die Sache steht nicht so, dass wir erklären müssten, warum die fossilen Pferde, welche in Amerika so gut wie auf

der östlichen Halbkugel existirten, erloschen sind, ohne Nachkommen zu hinterlassen — wir wissen die Ursache nicht, ergründen sie aber vielleicht noch — sondern dass die Anhänger der Schöpfungslehre hier und in allen ähnlichen Fällen die Unzulänglichkeit ihrer Glaubenstheorie zu bekennen haben.

Unsere bisherige Darstellung hat uns die jetzt lebenden Arten als Nachkommen früher lebender Organismen gezeigt; die heutige Vertheilung über die Erde ist daher eine Folge der Verbreitung der Vorfahren der heutigen Organismen und der vielfachen Verschiebungen von Land und Wasser, von welchen jene unmittelbar oder mittelbar betroffen wurden. Wir können nicht hoffen, je ein getreues Bild von den fortlaufenden Umgestaltungen der Erdoberfläche uns zu bilden. Erst wenn dies gelänge und wenn wir zugleich von den jedesmaligen Bewohnern der einstigen Inseln, Festländer und Meere genaue Verzeichnisse hätten, würde die Verbreitung der jetzigen Organismen vollkommen ergründet und begründet sein. Wir haben aber mit dieser Erkenntniss der Unvollkommenheit unserer statistischen Hülfsmittel so viel gewonnen, dass wir mit Sicherheit den Weg der Untersuchung vorzeichnen können. Wir haben erstens in der Weise der ältern Pflanzen- und Thiergeographie fortzufahren in der Constatirung der natürlichen Grenzen oder der Verbreitungsbezirke, und zweitens diese Thatsachen mit den Thatsachen der durch die jeweiligen geologischen Verhältnisse bedingten Verbreitung der einstigen Vorfahren der heutigen Lebewelt zu combiniren. Es versteht sich von selbst, dass auch für diese Arbeit Darwin die Grundzüge gegeben hat. Unter seinen Nachfolgern verdienen aber besonders zwei hervorgehoben zu werden, Wallace mit seinen, an feinen Beobachtungen überreichen Untersuchungen über den Malaischen Archipel[70], und Rütimeyer in der schon citirten Abhandlung. Wir können uns im Folgenden wesentlich an letztern anschliessen.

Unsere Kenntniss der Verbreitungsbezirke der Thierwelt ist noch ausserordentlich mangelhaft. Was wissen wir z. B. von dem Vorkommen der Seethiere? Sind doch erst wenige Jahre verflossen, seit überhaupt die Tiefen des Meeres der Erforschung zugänglich gemacht wurden, dieses allerdings mit einem Erfolg, dass unsere frühern Anschauungen über die geologische Bedeutung des Meeresbodens und seine Bewohnbarkeit nahezu ganz umgestossen wurden. Nach der mächtigen Anregung, welche Maury für die Erforschung der physikalischen Beschaffenheit des Meeres gegeben, sind wir jetzt dabei, die unterseeischen Temperaturen und Strömungen, Beschaffenheit des Meeresbodens, Vorkommen und Lebensbedingungen der Tiefseeorganismen festzustellen. Wir fangen also eben an, das Material für eine künftige Geographie der Meeresorganismen zu sammeln. Von Landthieren sind gewisse Gruppen, deren Verbreitung an sich bestimmt werden kann, für unsere allgemeinen Zwecke unbrauchbar. So die Schmetterlinge. Eine leichte Beute der Luftströmungen spotten sie der geologischen Barrièren, vor allen jener wichtigen Scheidewand, welche seit den tertiären Zeiten zwischen Australien und Indien aufgerichtet oder vielmehr in den Meeresgrund eingeschnitten ist.[71] Aehnlich verhalten sich die Fledermäuse, auch die Wander-, Raub- und Wasservögel, während die andern Ordnungen dieser Klasse, wie Wallace zeigt, in den heissen Erdstrichen sehr zuverlässige und stabile Bewohner ihrer oft begrenzten und zur Auswanderung scheinbar einladenden Bezirke sind. So bleiben ausser ihnen fast nur die Säugethiere übrig, auf deren Herkunft mit dem Vergleich ihrer gegenwärtigen Cantonirung — ein Ausdruck, den wir Rütimeyer entlehnen — mit den Lagerstätten ihrer einstigen Verwandten mit Sicherheit geschlossen werden darf, woneben sich zugleich allgemeine Gesichtspunkte für die Ursachen der heutigen geographischen Vertheilung der Organismen ergeben.

Beschränkt man sich also in der vorbereitenden Feststellung des Thatsächlichen auf die Säugethiere, mit Ausschluss der Wale und Fledermäuse, so ergibt sich schon bei oberflächlicher Musterung nicht nur für die einzelnen Arten, sondern meist auch für die Familien, dass jede derselben einen gewissen Bezirk der grössten Dichtigkeit des Vorkommens, ein Verbreitungscentrum hat, und dass von da aus Ausstrahlungen je nach der Bequemlichkeit und Eignung des Terrains stattgefunden haben. Löwe und Tiger, Elefanten und Kamele sind über bestimmtes Areal verbreitet; die Affen der Neuen Welt unterscheiden sich nicht blos geographisch, sondern durch Familienkennzeichen von den altweltlichen. Die Beutelthiere sind zum grössten Theil auf Australien concentrirt, die Faulthiere und Gürtelthiere auf Südamerika. Und diese leicht zu vermehrenden Beispiele weisen darauf hin, wie die Individuen weit zerstreuter Arten und die Arten selbst aus einzelnen Punkten der Erdoberfläche hervorgequollen und über das jetzt eingenommene Verbreitungsgebiet ausgeströmt sind. Wenn nun aber zu dieser Beobachtung die andere hinzukommt, dass auch in vergangenen Erdperioden dieselben Gruppen dieselben Verbreitungsmittelpunkte hatten, wie denn z. B. Brasilien nicht blos jetzt die Faul- und Gürtelthiere beherbergt, sondern einst von zahlreichern, zum Theil kolossalen Arten dieser Familien bevölkert war, und Australien die zahlreichsten und ansehnlichsten fossilen Reste von Beutelthieren geliefert hat, so wird uns die Wahrnehmung dieser dauernden Localisirung sehr bedeutungsvoll, und wir erklären die „Wiederholung" dieser Formen aus der Abstammung.

Gelingt es nun, die auf den ersten Anblick äusserst zahlreichen Verbreitungscentren in nähere Verbindung zu bringen, der Zahl nach möglichst zu reduciren, da ja nach unserer Theorie die Säuger nur einen Ausgangspunkt gehabt haben, gelingt es, hiermit auch die geologische Aufeinanderfolge der untersuchten

Organismen in Einklang zu bringen, also mit andern Worten die horizontale Verbreitung mit der verticalen oder historischen Folge, so tritt die Thiergeographie der Lösung ihrer Aufgabe nahe. Daher liegt in Wallace's und Rütimeyer's Arbeiten ein höchst wichtiger Fortschritt, indem von jenem der detaillirte Nachweis gegeben wurde, dass die Fauna der complicirten und ausgedehnten australisch-indischen Inselwelt durchaus unselbständig sei und nur aus Ablegern der Festländer bestehe, und von diesem in grossartigem Ueberblick über die gesammte Erdoberfläche die Verbreitungscentren auf das einfachste bisjetzt mögliche Mass zurückgeführt wurden.

Von hohem Interesse ist natürlich zunächst die Vergleichung der Inselfaunen mit den Festlandsfaunen. Denn sollte sich herausstellen, dass sämmtliche Inseln in ihrer Thierwelt blosse Anhängsel der Festländer, so würde das Problem schon ausserordentlich vereinfacht sein. Folgen wir Peschl's lichtvoller Auseinandersetzung über den Ursprung der Inseln[72], so handelt es sich zuerst um die Bruchstücke von Festlanden. Eine grosse Anzahl von Inseln geben sich ohne weiteres als Bruchstücke noch bestehender Continente zu erkennen, so Britannien und die grossen asiatischen Inseln. Dagegen ist Madagascar mit den Seychellen nicht, wie man vermuthen sollte, ein Glied von Afrika, sondern der Ueberrest eines ehemaligen, in Flora und Fauna sehr eigenartigen Festlandes. Die übrigen Inseln rühren entweder von unterseeischen Vulkanen her oder von Korallen, und im letztern Falle geschieht der Aufbau von untersinkendem Lande aus. Es folgt nun von selbst, dass auf den vulkanischen und den Korallen-eilanden nur solche Thiere angetroffen werden, welche sie schwimmend oder fliegend erreichten. Die Anwesenheit von Säugern setzt daher Menschenhand oder ausserordentliche Zufälle voraus. Alle solche Inseln werden, je älter, desto reicher an Organismen sein. Umgekehrt werden die von Festländern losgelösten

Inseln im allgemeinen um so reicher sein, je jünger sie sind, wofür Britannien Zeugniss ablegt. Je mehr ihre Fauna abweicht, eine desto längere Zeit muss seit ihrer Ablösung verflossen sein. So z. B. lässt sich das Verhältniss von Tasmanien und Australien auffassen; und wenn Neuseeland überhaupt je mit dem alten australischen Continent zusammengehangen, so ist die Losreissung in einer so frühen Zeit erfolgt, dass auf die heutige Physiognomie der neuseeländischen Thierwelt daraus gar kein Licht geworfen wird und umgekehrt.

Ein Muster thiergeographischer Untersuchung hat Wallace in der Beschreibung seiner Reisen im Malaiischen Archipel gegeben. Schon vor Jahren hatte G. Windsor darauf hingewiesen, dass die grossen Inseln Sumatra, Borneo, Java durch ein seichteres Meer mit dem asiatischen Continent in Verbindung gebracht sind, während ein ähnlich seichtes Meer Neuguinea und einige benachbarte Inseln an Australien weisen, mit welchem sie durch die Beutelthiere charakterisirt werden. Wallace hat diese Scheide näher bestimmt in einer Linie, welche eine tiefere Einsenkung des Meeresbodens bezeichnet. Sie zieht sich unterhalb der Philippinen hin, geht, Celebes südlich lassend, durch die Strasse von Macassar und trennt die beiden kleinen Eilande Bali und Lombok. Wir folgen nun Wallace's Schilderung (a. a. O., S. 10 fg.) mit verschiedenen Auslassungen.

„Man gibt jetzt allgemein zu, dass die gegenwärtige Vertheilung der lebenden Wesen über die Erdoberfläche hauptsächlich das Resultat der jüngsten Reihe von Veränderungen ist, welche dieselbe erlitten hat. Die Geologie lehrt uns, dass die Oberfläche des Landes und die Vertheilung von Land und Wasser immer einer leichten Veränderung unterliegt, und dass auch die Lebensformen im Verlaufe der Perioden, von denen wir Zeugnisse besitzen, an dieser allmählichen Umänderung theilnehmen. Was den Malaiischen Archipel

anbetrifft, so finden wir, dass die weite Seestrecke, welche Java, Sumatra und Borneo voneinander und von Malakka und Siam trennt, so seicht ist, dass überall auf ihr Schiffe ankern können, indem die Tiefe selten über 40 Faden beträgt; und wenn wir bis zur Linie von 100 Faden vorgehen, so können wir die Philippinen und Bali östlich von Java mit einschliessen. Wenn daher diese Inseln voneinander und vom Festlande durch das Sinken dazwischenliegender Landstrecken getrennt worden sind, so dürfen wir schliessen, dass die Trennung eine verhältnissmässig junge ist, da die Tiefe, bis zu welcher das Land gesunken, so gering. — Wenn wir nun die Zoologie dieser Länder betrachten, so finden wir eine Bestätigung dessen, was wir suchen, nämlich einen sehr überzeugenden Beweis, dass diese grossen Inseln einst dem grossen Continent angehört haben müssen und erst in einer sehr jungen geologischen Epoche von ihm getrennt sein können. Der Elefant und Tapir von Sumatra und Borneo, das Nashorn von Sumatra und die ähnliche javanische Art, das wilde Rind von Borneo und die javanische Form, die man so lange für eigenthümlich hielt, von allen weiss man jetzt, dass sie da oder dort auf dem Festlande von Südasien vorkommen. Es ist unmöglich, dass einst diese grossen Thiere die Meerengen überschritten, welche jetzt diese Länder trennen, und ihre Anwesenheit beweist klar, dass, als die Arten entstanden, eine Landverbindung existirt haben muss. Eine beträchtliche Anzahl der kleinern Säuger sind allen Inseln und dem Festlande gemeinsam; aber die grossen physikalischen Veränderungen, die vor sich gegangen sein müssen seit der Ablösung und dem Untersinken so grosser Strecken, haben den Untergang einiger auf verschiedenen Inseln herbeigeführt, und in einigen Fällen scheint Zeit genug zu Artumwandlungen gewesen zu sein. Vögel und Insekten bestätigen diese Ansicht; denn jede Familie und fast jede Gattung dieser Gruppen, welche man auf einigen Inseln findet,

gehören auch dem asiatischen Festlande an, und in einer grössern Anzahl von Fällen sind die Arten völlig gleich. Die Vögel bieten uns eins der besten Mittel dar zur Bestimmung des Gesetzes der Vertheilung; denn obwol es auf den ersten Blick scheinen könnte, dass die Wassergrenzen, welche die Landvierfüsser abtrennen, von den Vögeln leicht überschritten werden könnten, ist es in Wirklichkeit doch nicht so. Nehmen wir nämlich die Wasservögel als ausgezeichnete Wanderer aus, so findet es sich, dass die andern, und besonders die Sperlingsvögel oder die wahren Hocker, welche die grosse Mehrzahl bilden, im allgemeinen durch Meerengen und Meeresarme ebenso streng abgegrenzt werden als die Vierfüsser. Beispielsweise ist es eine merkwürdige Thatsache, dass Java zahlreiche Vögel besitzt, welche nicht nach Sumatra hinübergehen, obschon diese Inseln nur durch eine 15 englische Meilen breite Strasse getrennt sind und Inseln in der Mitte liegen. In der That besitzt Java mehr eigenthümliche Vögel und Insekten als Sumatra und Borneo, ein Zeichen, dass es am frühesten vom Festlande abgetrennt wurde. Es folgt dann, was die Eigenthümlichkeit der Organismen angeht, Borneo, während Sumatra in allen Thierformen fast so vollkommen mit der Halbinsel Malakka übereinstimmt, dass wir mit Sicherheit schliessen können, es sei die zuletzt losgelöste Insel.

„Die Philippinen stimmen in vieler Hinsicht mit Asien und seinen Inseln überein, bieten aber einige Abweichungen, welche anzuzeigen scheinen, dass sie in einer frühern Periode abgetrennt wurden und seitdem einer Reihe von Umwälzungen in ihren physikalischen Verhältnissen unterworfen waren.

„Wenden wir uns nun zum übrigen Theil des Archipels, so finden wir, das alle Inseln östlich von Celebes und Lombok zumeist eine ebenso auffallende Aehnlichkeit mit Australien und Neuguinea zeigen, als die westlichen zu Asien. Es ist bekannt, dass die

Naturerzeugnisse Australiens von denen Asiens mehr abweichen, als die der vier ältern Erdtheile voneinander. Wirklich steht Australien für sich. Es hat keine Affen, Katzen, Wölfe, Bären oder Hyänen; keine Hirsche oder Antilopen, Schaf oder Rind; weder Elefant noch Pferd, Eichhörnchen oder Kaninchen: kurz nichts von jenen Familientypen der Vierfüsser, die man in jedem andern Theile der Erde findet. Statt dieser besitzt es nur Beutler, Kängurus und Opossums und das Schnabelthier. Auch seine Vogelwelt ist fast ganz eigenthümlich. Es besitzt weder Spechte noch Fasane, Familien, die überall sonst vorkommen. Statt derselben hat es die erdhügelbauenden Fusshühner, die Honigsauger, Kakadus und pinselzungigen Lories, die sonst nirgends leben. Alle diese auffallenden Eigenthümlichkeiten finden sich auch auf den Inseln, welche die südmalaiische Abtheilung des Archipels bilden.

„Der grosse Gegensatz zwischen den zwei Abtheilungen des Archipels tritt nirgends so plötzlich in die Augen, als wenn man von der Insel Bali nach Lombok übersetzt, wo die beiden Regionen sich am engsten berühren. In Bali haben wir Bartvögel, Fruchtdrosseln und Spechte; in Lombok sieht man diese nicht mehr, aber eine Menge von Kakadus, Honigsaugern und Fusshühnern, die ihrerseits wieder in Bali und allen westlichern Inseln unbekannt sind. Die Meerenge ist hier 15 englische Meilen breit, sodass man in zwei Stunden von einem dieser beiden grossen Districte zum andern gelangen kann, die hinsichtlich ihrer Thierbevölkerung so tief voneinander abweichen, als Europa von Amerika.* Reisen wir von Java oder Borneo nach Celebes oder den Molukken, so ist der Unterschied noch auffallender. Dort sind die Waldungen reich an Affen, Katzen, Hirschen, Zibethkatzen und Ottern, und man begegnet zahlreichen Formen von

* Das ist zu unbestimmt gesagt. Es würde annähernd treffen, wenn es hiesse: als Europa von Südamerika. (O. S.)

Eichhörnchen. Hier — keines dieser Thiere; aber der Kuskus mit dem Greifschwanz ist fast das einzige Landsäugethier, ausgenommen die wilden Schweine, die auf allen diesen Inseln vorkommen und — wahrscheinlich in neuerer Zeit eingeführte — Hirsche auf Celebes und den Molukken. Die auf den westlichen Inseln zahlreich vorkommenden Vögel sind Spechte, Bartvögel, Fruchtdrosseln und Laubdrosseln; man findet sie täglich und sie geben dem Lande die eigenthümliche ornithologische Physiognomie. Sie sind auf den östlichen Inseln ganz unbekannt, wo Honigsauger und kleine Lories die gemeinsten Vögel sind, sodass der Naturforscher sich wie in einer neuen Welt fühlt und schwer sich vorzustellen vermag, dass er in wenigen Tagen, ohne das Land aus Sicht zu verlieren, aus einer Region in die andere übergegangen ist.

„Unzweifelhaft müssen wir aus diesen Thatsachen den Schluss ziehen, dass die östlich von Java und Borneo gelegenen Inseln im wesentlichen einen Theil eines frühern australischen oder pacifischen Continentes bilden, obschon einige von ihnen vielleicht nie mit ihm im wirklichen Zusammenhange gestanden. Dieser Continent muss schon zertrümmert worden sein, nicht nur ehe die westlichen Inseln sich von Asien trennten, sondern wahrscheinlich schon bevor die Südostspitze von Asien aus dem Ocean aufgetaucht war. Denn man weiss, dass ein grosser Theil von Borneo und Java einer ganz jungen geologischen Formation angehört, während diese grosse Verschiedenheit der Arten, in vielen Fällen auch der Gattungen, von den Erzeugnissen der östlichen malaiischen Inseln und Australiens, sowie die grosse Tiefe der See, welche sie jetzt trennt, auf eine verhältnissmässig lange Periode der Isolirung schliessen lässt.

„Bezüglich des Verhältnisses der Inseln untereinander ist es interessant zu bemerken, wie ein seichtes Meer immer auf eine neuere Landverbindung deutet. Die Aru-Inseln, Mysol und Waigiu, sowie auch Jobie

stimmen mit Neuguinea in ihren Säugethier- und Vögelarten überein, und wir finden, dass sie alle mit Neuguinea durch ein seichtes Meer verbunden sind. In der That bezeichnet die Hundert-Faden-Linie von Neuguinea genau die Verbreitung der wahren Paradiesvögel.

„Man muss ferner bemerken — und das ist ein sehr interessanter Punkt in Verbindung mit der Theorie über die Abhängigkeit der specifischen Lebensformen von den äussern Bedingungen — dass diese Eintheilung des Archipels in zwei durch eine auffallende Verschiedenheit ihrer Naturproducte charakterisirte Regionen durchaus nicht in Uebereinstimmung steht mit den wesentlichen physikalischen oder klimatischen Abtheilungen der Oberfläche.“ Wir führen nur Folgendes an: Borneo und Neuguinea, welche in ihrer physikalischen Beschaffenheit einander so ähnlich sind, als zwei bestimmte Länder nur sein können, sind in zoologischer Beziehung polar entgegengesetzt; während Australien mit seinen trockenen Winden, seinen offenen Ebenen, seinen steinigen Wüsten und seinem gemässigten Klima dennoch Vögel und Vierfüsser besitzt, die denjenigen eng verwandt sind, welche die heissfeuchten, überall die Ebenen und Gebirge Neuguineas bedeckenden Waldungen bewohnen.

Wallace gibt die speciellsten Nachweise, dass, wie die Theile dieser Inselwelt als die losgelösten Endglieder zweier Continente sich einander nähern, so auch mit ihnen zwei völlig verschiedene Faunen. Ebenso sind der Mittelländische und der Westindische Archipel ohne eigenthümlichen Charakter, sondern in Thier- und Pflanzenwelt lediglich von den benachbarten Festländern abhängig. Von Madeira und seinen Landschnecken war oben die Rede. Die Inselfaunen erfordern also nicht die Annahme von mehr Schöpfungsmittelpunkten als die Continente darbieten, und Rütimeyer hat den Versuch gemacht, das Herkommen der Vögel und Säugethiere auf zwei Ausgangscentren zurückzuführen. Eine grosse Reihe

thiergeographischer Thatsachen kann nur durch die Annahme des einstigen Bestehens eines südlichen Continents erklärt werden, von welchem das australische Festland ein Ueberbleibsel ist. In Australien concentriren sich die heutigen Beutelthiere. Ihr Vorkommen auf dem südwestlichen Theile des Malaiischen Archipels, Neuguinea eingerechnet, erscheint als eine Ausstrahlung von dort. Kein einziges Zeichen spricht dafür, dass Nachkommen der in frühern Perioden vom Jura an auf der nördlichen Halbkugel existirenden Beutler den vom Südcontinente aus gegen den Aequator vordringenden entgegengewandert wären. Nur über die in Südamerika so verbreitete Beutelratte könnte man in Zweifel sein, der gehoben wird durch Betrachtung einer Anzahl von Genossen, welche sämmtlich der vorherrschenden amerikanischen Bevölkerung fremd sind und auf Import, wahrscheinlich in tertiärer Zeit, deuten, wenn man nicht mit Rütimeyer meint, dass ihr Vorkommen vielmehr darauf hinweise, „dass placentalose Säugethiere auch ausserhalb Australien geschaffen wurden". Da sind vor allen zu nennen die flügellosen Vögel, diejenigen nämlich, welche anatomisch und systematisch zusammengehören und welche wir heute über die Continente und einige grosse Inseln zerstreut finden. Der neuholländische und der amerikanische Casuar, die ausgestorbenen Riesenvögel von Madagascar und Neuseeland, der vom Süden nach dem Norden vorgedrungene afrikanische Strauss, sie können nicht in ihrer heutigen Isolirung entstanden sein. Zu gleicher Erwägung drängen die von Linné Bruta, von den Neuern wegen ihres unvollständigen Gebisses Zahnlose genannten Säugethiere, wozu, wenn man die letztere Bezeichnung annimmt, die tasmanischen Schnabelthiere einzubeziehen sind. Diese Schnabelthiere nehmen unter den jetzt lebenden Säugern unstreitig die niedrigste Stufe ein; nicht minder fremdartig aber verhalten sich die andern eigentlichen Zahnarmen zu den höhern Ordnungen, und ihr Vorkommen

einerseits in Südamerika, andererseits in Südafrika und Südasien, sowie die Unmöglichkeit, sie aus einem einstigen gemeinsamen Centrum aus der nördlichen Halbkugel herzuleiten, weisen auf das verschwundene Südland, wo auch die Heimat der Vorfahren der Makis von Madagascar zu suchen sein mag. „Oder sollte", sagt Rütimeyer, „die Annahme eines theilweise vom Ocean, theilweise von einer Eisdecke verhüllten Polarlandes mit einst reichlicher Thierwelt als eine bodenlose Hpothese erscheinen für uns, die wir gewissermassen uns soeben des Auftauchens aus einer ähnlichen Eisdecke der nördlichen Hemisphäre erfreuen und in unsern Alpen von noch fortbestehenden, in unserer Gletscherdrift von kaum entschwundenen Scenen arktischen Lebens umgeben sind!? Oder sollte die Vermuthung, dass die fast ausschliesslich vegetivoren und insectivoren Beutelthiere, Faulthiere, Gürtel- und Schuppenthiere, Ameisenfresser, Strausse einst in der südlichen Hemisphäre einen wirklichen Sammelpunkt fanden, von welchem die heutige Flora von Feuerland, des Caplandes und Australiens die Ueberreste sein müssten, auf Schwierigkeiten stossen in einem Moment, wo Heer die frühern Wälder von Smithsund und Spitzbergen aus ihren fossilen Ueberresten uns wieder vor Augen führt?"

Nachdem Rütimeyer den südlichen Continent mit einem Theile seiner fremdartigen, in seinen Ueberresten versprengten Thierwelt zu reconstruiren sich getraut hat, sieht er sich nach speciellern Belegen für die aus dem Gange der Erdbildung allgemein sich ergebende Annahme um, dass die Thiere des süssen Wassers und mit ihnen die Landthiere dem Meere entstiegen seien. Da kann man denn nicht daran denken, die merkwürdige kleine Abtheilung der sirenoiden Fische (Lepidosiren, Protopterus), welche in der trockenen Jahreszeit Luft athmen, für Reptilien zu halten, die sich dem Wasserleben anpassen, sondern umgekehrt. Das Organ, was bei den Fischen

als hydrostatischer Apparat diente, die Schwimmblase, wird bei ihnen zur Lunge. Da muss man von den Landschildkröten zurück auf die Wasserschildkröten, und von diesen zurück zu solchen Meerbewohnern, die den im Jura so verbreiteten Enaliosauriern sich angeschlossen haben. Da zeigt uns die Entwickelungs- und Lebensgeschichte der Landkrabben auf das deutlichste, wie der Meerbewohner zum Landthier wird, eine specielle Aufgabe, welche, wie schon erwähnt, Fritz Müller vollständig gelöst und „für Darwin" verwerthet hat. Von den gewöhnlich, aber fälschlich den Walen zugerechneten Sirenen, von denen die Mehrzahl sich am liebsten vor den grossen Flussmündungen aufhalten, ist die eine Art gänzlich in die afrikanischen Binnengewässer gedrungen, und gewisse Lachsarten, sowie die Störe, welche periodisch zwischen Meer und Süsswasser wechseln, sind in dem Stadium, sich das Meerleben abzugewöhnen. Ich füge aus meinen speciellen Erfahrungen hinzu, dass die Brakwasserspongien eine sichere Dependenz mariner Familien sind und dass die Süsswasserschwämme unverkennbar auf jene brakischen Formen hinweisen.

Hat man es in allen diesen Fällen mit allmählicher Umgestaltung und mehr oder minder freiwilliger Anpassung zu thun, so fehlt es nicht an ausgezeichneten Beispielen gewaltsamer und fast plötzlicher Absperrung, d. h. von Landhebungen, wodurch einstige Abschnitte des Meeres zu Binnenseen wurden. Welche Veränderungen die mitabgesperrten Fische und Krebse erlitten, zeigen die schönen Beobachtungen von Lovén über die Thiere des Wenern und Wettern, und von Malmgren über die des Ladoga. Letzterer Forscher liefert den Beweis, dass der Alpen-Sälbling (Salmo salvelinus) dem Polarmeere entsprungen ist und seinen leiblichen Bruder in dem skandinavischen Salmo alpinus besitzt.

Rütimeyer spricht die Ansicht aus, dass aus der speciellern Verfolgung der Verhältnisse der Thierwelt

des süssen Wassers zu denen der Bevölkerung des Meeres die Thatsache des Kosmopolitismus der Süsswassergeschöpfe ihre Erklärung finden werde, sowie auch das Verhältniss der antarktischen zur arktischen Thierwelt. Einstweilen jedoch stehen diese beiden grössten Thierprovinzen, in Beschränkung auf die höhern warmblütigen Klassen, in ziemlich scharfem Gegensatze sich gegenüber. Wir wissen nur aus spärlichen Ueberresten, dass schon zur Jurazeit die nördliche Halbkugel mit Beutlern bevölkert war, offenbar nicht dicht. Wir müssen annehmen, dass, während auf dem Südcontinente die Beutelthiere mit Festhaltung ihres Charakters ihre Anpassungsfähigkeit zu prüfen hatten und sie bewährten, aus ihnen auf der andern Seite des Aequators eine Säugethierwelt von ganz anderer Physiognomie hervorging. Es ist diejenige, welche noch heute für die ganze Erdoberfläche vom Norden an bis zur Begegnung mit den antarktischen, mehr stabil gebliebenen Lebensüberresten charakteristisch ist. Während wir aber über ihren Ursprung nur auf Combination und Schlüsse angewiesen sind, liegt der historische Zusammenhang der heute die Alte Welt und den grössten Theil der Neuen Welt bevölkernden Säugethiere mit ihren Vorgängern bis in die ältern Tertiärzeiten äusserst klar vor Augen.

Die Reste der frühesten hier in Betracht kommenden Säugethiere finden sich in den eocänen Ablagerungen der Schweiz und in entsprechenden Schichten Frankreichs und Südenglands. Vom Südrande des Juraplateau waren weder Alpen noch überhaupt Land zu sehen, und das denselben bespülende Meer hat sich bis nach China hin verfolgen lassen. Die bekannt gewordenen Säuger dieser Periode belaufen sich, nach Rütimeyer's Zusammenstellung im Jahre 1867, auf mindestens 70 Arten. Die Mehrzahl sind Hufthiere, also Pflanzenfresser, und unter diesen wieder bei weitem die grosse Hälfte Dickhäuter. Dies Verhältniss ist heute, wo kaum die gesammte Erde so viele Dick-

häuter nährt, völlig verschoben. Nur das Schwein repräsentirt auf dem Schauplatze von Europa diese Abtheilung, und die Wiederkäuer sind überall vorherrschend. Annähernd kann Afrika in seiner heutigen Thierbevölkerung mit dem eocänen Europa verglichen werden. Da aber zu jenen Hufthieren noch eine Anzahl viverren- und hyänenartiger Fleischfresser kommen, und es jetzt sowol in Afrika wie in Asien Viverren gibt, da ferner die in jener frühesten Fauna vertretenen moschusartigen Wiederkäuer jetzt ebenfalls asiatisch und afrikanisch sind, da endlich die damaligen französischen Beutelratten in Central- und Südamerika fortleben, „erhalten wir den Eindruck, als ob die älteste tertiäre Fauna Europas die Mutterlauge einer heutzutage auf dem Tropengürtel beider Welten, allein am entschiedensten in dem massiven Afrika vertretenen, echt continentalen Thiergesellschaft bilde“ (R.).

Weit mannichfaltiger ist das Bild des höhern Thierlebens der mittlern und neuern tertiären Zeiten, das wir uns aus zahlreichen und zum Theil äusserst reichhaltigen Lagerstätten der Ueberreste reconstruiren. Innerhalb dieser Perioden engere Grenzen ziehen zu wollen, ist ganz unthunlich, von Localität zu Localität, von Schicht zu Schicht findet sich Zusammenhang, nirgends tritt eine Art auf, die nicht von einer andern abgeleitet werden könnte, und unser Gewährsmann sagt, dass Anatomie, Morphologie, Paläontologie, geographische Verbreitung ihm keine Lehre mit grösserer Energie und Consequenz vorzuführen schienen, als die, „dass getrennte Species eines Genus, d. h. wirklich ohne allen historischen und daher auch einst localen Verband mit einem Urstamm, nicht existiren“. Der berühmteste Fundort der tertiären Säugethiere ist Pikermi, einige Stunden von Athen, eine Anhäufung von ganzen Skeleten und Skelettheilen, welche eine Thierfülle voraussetzt, von welcher uns allenfalls die am

dichtesten belebten Gegenden Afrikas nach Livingstone's Schilderungen eine Vorstellung geben können.

Wiederum treten die reissenden Thiere gegen die Pflanzenfresser zurück, doch thun sich schon die katzenartigen Raubthiere hervor, und unter den grossen tertiären Raubthieren finden sich Beispiele von ebenso grosser Ausbreitung, wie sie jetzt der Tiger hat. Damals erstreckte sich das Gebiet des Schwertzahnes (Machairodus) über einen grossen Theil von Amerika und Europa. Gleich hier sei erwähnt, dass die hundeartigen Thiere etwas später auftreten, und noch spätern Ursprungs die Bären sind. Das reichhaltigste Material steht auch in dieser Periode wieder für die Hufthiere zu Gebote. Noch immer überwiegen die Vielhufer. Am constantesten bleiben die Schweine und Moschusthiere. Allein zu dem an die alten Formen sich anschliessenden Tapir treten Nashorn, die eigentlichen Pferde und die Elefanten. Ist schon das Nashorn ziemlich unvermittelt, so ist die Herkunft der Mastodonten, als der ältern Elefantenform, bisjetzt ganz unaufgeklärt.[78] Und dennoch, wenn wir uns auch in der bekannten eocänen Säugethierfauna vergeblich nach ihren nächsten Stammformen umsehen, dennoch sind selbst für Europa und Asien eine Reihe Anzeichen vorhanden, dass „die meisten eocänen Genera als wahre Wurzelformen der miocänen zu betrachten" (R.) sind. Dies ergibt sich aus den Funden von Nebrasca in Nordamerika, wo wichtige Gattungen, die in der Alten Welt mit der eocänen Periode auslebten, wie Palaeotherium, sich in die Gesellschaft der neuern Gattungen hineinretteten. Wir finden dort auch Mittelformen zwischen Lama und Kamel, wodurch das einst bedeutungslose Wort der vicarirenden Gattungen für diesen Fall ebenfalls seine reelle Bedeutung erhält. Wir finden in Nebrasca ferner die dreihufigen Pferde (Anchitherium) und wissen damit den Ursprung der einhufigen Pferde in der Alten und in der Neuen Welt.

Was in der Alten Welt seitdem geschehen, beschränkt sich auf das Erlöschen vieler Dickhäuter, eine Verschiebung der Nashorne, Elefanten, Tapire, Flusspferde, und auf eine ausserordentlich reiche Entfaltung der eigentlichen Wiederkäuer und der aus ihnen zu einem Extrem in der Kopfbildung hervorgehenden Rinder. Bären und Hunde nehmen das Terrain ein, wo einst die Viverren und Hyänen herrschten, aber es „bleibt eine starke Anzahl, unter der kleinen Fauna sogar die grosse Mehrzahl miocäner Geschlechter in zahlreichen local und historisch begrenzten Species im Besitz des alten, wahrscheinlich ohne Unterbrechung an Umfang zunehmenden Wohnplatzes" (R.). „Niemand wird in diesem allmählichen Wechsel der Dinge etwas anderes erblicken können, als Erscheinungen derselben Ordnung, deren Zeugen wir noch sind" (R.).

Wie die Verhältnisse in Amerika sich gestaltet haben, ist von Rütimeyer meisterhaft in folgenden Worten geschildert worden: „Amerika bietet schon vornherein in seinem Bau eine von der Alten Welt völlig verschiedene Grundlage für Thierverbreitung. Hier nur stellenweis durchbrochene Kämme, welche in der Richtung von Breitengraden das ganze Festland in gebirgige Zonen theilen, welche der Vertheilung der Temperatur entsprechen und so in doppelter Weise der Ausdehnung der Thiere bestimmte Bahnen von Ost nach West vorschreiben, während sie für die meisten Thiere eine Wanderung von Nord nach Süd weniger durch ihre Höhe als dadurch hindern, dass an ihnen der Norden fast unmittelbar an den grellen Süden grenzt. Und hinter dieser Mauer überdies in der Ausdehnung vom Kaspischen Meer bis nach China eine Steppen- und Wüstenzone, welche die Thiere des Waldes noch wirksamer einzäunt als das Gebirge. In Amerika können nicht nur Raubthiere, sondern auch Pflanzenfresser ohne Hemmniss von den Flechtenzonen am Makenzie durch die Tannenwälder des Obersees nach den Magnoliengebieten von Mexico fortschreiten;

40—50 Breitengrade trennen die Extreme, welche sich am Himalaya berühren, und die grossen Ebenen und weiten Flusssysteme scheinen zu Wanderungen fast einzuladen. Die Uebereinstimmung des gesammten Thierlebens in Mexico und Guyana zeigt überdies, wie wenig der Isthmus von Panama ein Ueberschreiten nach Südamerika hemmt, wo von neuem ein mächtiges Flussgebiet ohne hohe Schranken an das andere stösst; auch keine vegetationslose Wüste auf der ganzen Strecke von den canadischen Seen bis nach Patagonien.

„Man wird wol nicht irren, wenn man diesem Umstande die auffällige Verbreitung der fossilen und heutigen Säugethiere Amerikas zu einem guten Theile zuschreibt. Wie wir sahen, ist schon die miocäne Fauna von Nebrasca eine Tochter der eocänen der Alten Welt. Die pliocäne Thierwelt von Niobrara, welche auf demselben Boden wie Nebrasca, nur in jüngern Sandsteinschichten, begraben liegt, belegt dies noch in höherm Masse; Elefanten, Tapire und reichliche Arten von Pferden sind kaum von den altweltlichen verschieden, die Schweine sind, nach ihrem Gebiss zu urtheilen, Abkömmlinge europäisch miocäner Palaeochoeriden. Auch die Wiederkäuer sind in den gleichen Genera und theilweise in denselben Species vertreten, wie in den gleichartigen Schichten von Europa, als Hirsche, Schafe, Auerochsen; und die fleischfressende, sowie die ganze kleine Thierwelt macht davon keine Ausnahme. Viele Genera von exquisit altweltlichem Gepräge sind mit der Zeit selbst weit nach Südamerika vorgedrungen und erloschen daselbst nur kurz vor der Ankunft, oder vielleicht sogar unter Mitwirkung des Menschen, so die zwei Mammutharten der Cordilleren und die südamerikanischen Pferde, deren heutige Nachfolger dann auf weit kürzerm Wege diesen insularen Continent erreichten. Sogar eine Antilopenart und zwei fernere horntragende Wiederkäuer (Leptotherium) fanden ihren Weg bis Brasilien. Heutzutage sind noch zwei Tapirarten, im Gebiss selbst

für Cuvier's Auge kaum von dem indischen unterscheidbar, zwei Arten von Schweinen, welche den Charakter ihrer Stammform im Milchgebiss noch erkennbar an sich tragen, und eine Anzahl von Hirschen nebst den Lamas, einem erst in Amerika geborenen und spätern Sprössling der eocänen Anoplotherien, lebende Ueberreste dieser alten und auf so langem Wege nicht ohne reichliche Verluste an ihren dermaligen Wohnort gelangten Colonie des Ostens. Man darf kaum zweifeln, dass ein guter Theil der Raubthiere, welche im Diluvium von Südamerika noch mehr als gegenwärtig altweltliche Stammverwandtschaft behalten haben, auf demselben Wege hierher gelangten. Erinnern wir uns jetzt, dass selbst der eocäne Caenopithecus von Egerkingen schon vernehmlich nach heutigen amerikanischen Affen hinwies, und Didelphen (Beutelratten) in denselben Terrains von Europa begraben liegen, so sollte man fast glauben, dass die auf den Aufenthalt auf Bäumen angewiesene Abtheilung der Vierhänder sowie der Beutelratten es vorzüglich waren, welche dann in den ungeheuern Waldungen der neuen Heimat sich heimisch fanden und mit neuem Aufschwunge eine grosse Menge von speciellen Formen zeugten, ohne indess bis heute die Höhe der Entwickelung ihrer in der Alten Welt zurückgebliebenen Vettern erreicht zu haben.

„Hier ist es auch am Platze, auf die frühere Bemerkung zurückzukommen, dass eine solche Wanderung der Thiere den Süden der Neuen Welt nicht leer an Säugethieren, sondern vielmehr schon reichlich mit den zahnlosen Vertretern einer antarktischen oder doch mindestens südweltlichen Thierwelt besetzt fanden. Die diluviale Fauna von Südamerika, welche von Lund, von Castelnau und Weddell aus den Höhlen von Brasilien und dem Alluvium der Pampas gesammelt worden ist, enthielt in der That unter den 118 aufgeführten Arten, neben den eben erwähnten von wahrscheinlich altweltlichem Stammbaum, nicht weniger als 35 Species

von Edentaten, und zwar alles Thiere von bedeutender Körpergrösse. Sehen wir von 36 Nagern und Fledermäusen, überhaupt von der kleinern Fauna ab, so bilden sie fast die Hälfte der grössern diluvialen Thiere von Südamerika überhaupt. Die vermuthlich früher hier ansässig gewordene Gesellschaft der Zahnlosen hielt daher der Invasion aus Norden so ziemlich das Gleichgewicht.

„Es ist begreiflich, dass die gleichen äussern Hülfsmittel, welche den Zug der Kinder der nördlichen Hemisphäre stets weiter leiteten, auch die Glieder der antarktischen Fauna zur Ausdehnung nach Norden einladen konnten. Wie wir noch heute die fremdartige Form des Faulthiers, des Gürtelthiers und des Ameisenfressers in Guatemala und Mexico mitten in einer Thiergesellschaft antreffen, die guten Theils aus noch jetzt in Europa vertretenen Geschlechtern besteht, finden wir daher auch schon in der Diluvialzeit riesige Faulthiere und Gürtelthiere bis weit hinauf nach Norden verbreitet. Megalonyx Jeffersoni und Mylodon Harlemi, bis nach Kentucky und Missouri vorgeschobene Posten südamerikanischen Ursprungs, sind in dem Lande der Bisonten und Hirsche eine gleich fremdartige Erscheinung, wie die Mastodonten in den Anden von Neugranada und Bolivia. Mischung und Durchdringung zweier vollkommen stammverschiedener Säugethiergruppen fast auf der ganzen ungeheuern Erstreckung beider Hälften des neuen Continents bildet überhaupt den hervorstechendsten Charakterzug seiner Thierwelt, und es ist bezeichnend, dass jede Gruppe an Reichthum der Vertretung und an Originalität ihrer Erscheinung in gleichem Masse zunimmt, als wir uns ihrem Ausgangspunkte nähern.“

Wir stehen also diesseit und jenseit des Oceans, nördlich von jener vielfach gekrümmten Grenze der antarktischen oder südlichen Fauna, noch mitten in der diluvialen Thierwelt, die von den alten Continenten

über eine dem Nordpol sich nähernde Brücke sich nach dem amerikanischen Festlande erstreckte und dort in den Mastodonten und pferdeartigen Thieren länger ihr älteres Aussehen bewahrte.

Drüben und hier ist die gegenwärtige Ordnung der Dinge, ist die Cantonirung der Thiere vielfach bestimmt und modificirt worden durch mächtige Vergletscherungen und lange Eiszeiten. Von daher die Uebereinstimmung so vieler hochnordischer Pflanzen mit Alpenpflanzen, nachdem die europäische Pflanzenwelt von Osten her ihren Einzug gehalten. Seit jener Zeit die Verschiebung des Renthieres nach unserm Norden, die Verdrängung des Moschusochsen und seine Vertilgung in der Alten Welt. Die vor dem Eise flüchtenden Elefantenarten sind nicht zurückgekehrt, auch das nach der Eiszeit mit einem Nashorn aus dem Nordosten einwandernde Mammuth hat nebst seinem Gefährten den Untergang gefunden. Andere seiner Genossen, wie der Urstier, sind kaum vor einigen hundert Jahren als wilde Thiere erloschen, andere, der Auerochse, der Biber, sind als Bewohner von Europa dem Aussterben nahe, und noch andere, Hirsch und Reh, werden mit den Wäldern und Jagdvorrechten sterben. Aber fast für alle Arten, nach deren näherer Herkunft wir uns umschauen, liefert uns die Vorzeit ihre Geschichte und erklärt uns die Abstammung, und in der Abstammung finden wir mit lichten Zügen die Ursachen des geographischen Vorkommens verzeichnet.

XI.

Der Stammbaum der Wirbelthiere.

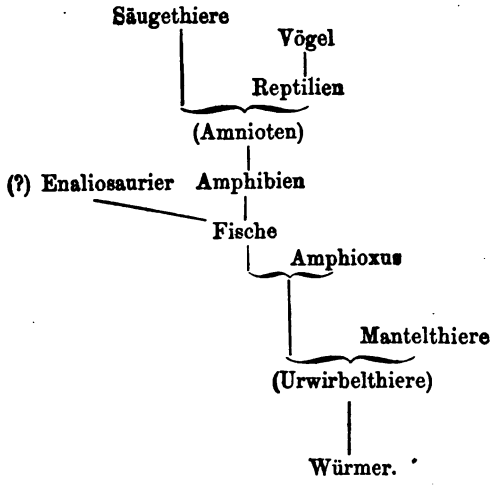
Das Endergebniss, nach welchem die Descendenzlehre strebt, ist die Darstellung des Stammbaumes der Organismen. Um ihn auszuarbeiten ist die ganze, fast unübersehbare Fülle von Thatsachen zusammenzufassen,

welche die beschreibende Botanik und Zoologie, einschliesslich der Anatomie und Entwickelungsgeschichte, im Laufe ungefähr eines Jahrhunderts angehäuft haben, und ist das Detail an der Hand von Specialhypothesen einer Sichtung und erneuten Prüfung zu unterwerfen. Wir haben daher für die Abstammungslehre dasselbe Recht in Anspruch genommen, auf welches sich der Fortschritt der Wissenschaft überhaupt stützt, das nämlich, nach bestimmten Gesichtspunkten zu untersuchen und das Wahrscheinliche als Wahrheit im Gewande der wissenschaftlichen Vermuthung oder Hypothese zu anticipiren. Es ist klar, dass, als die Descendenzlehre mit ihrer durch Darwin versuchten Begründung ans Licht trat, nur die allgemeinsten Umrisse jenes grossen Stammbaumes angedeutet werden konnten, den in seinen Einzelheiten darzulegen eben die Aufgabe der neuen Richtung der Wissenschaft sein sollte. Sowie und wo man aber an die Detailforschung ging, musste man entweder am Abschluss der Untersuchungen dem Resultate die Form eines Theiles des grossen Stammbaumes geben, oder man hatte von vornherein Grund, gewisse Verwandtschaften vorauszusetzen und prüfte diese Vermuthung. Je weiter ein Forscher es in der Uebersicht über die Organisationsverhältnisse einer grössern Gruppe gebracht hat, desto weniger wird er sich der Stammbaumideen bei allem seinen Thun und Denken entschlagen können.

Das alles ist so selbstverständlich, dass, sollte man meinen, aus der Handhabung dieser Methode der Descendenzlehre kein Vorwurf gemacht werden könnte. Dennoch geschieht es oft, dennoch verargt man es den Vertretern der Descendenzlehre, häufig von blosser Wahrscheinlichkeit zu sprechen, wobei man vergisst, dass selbst in den Fällen, wo das Wahrscheinliche schliesslich als unwahr sich herausstellt, die widerlegte Hypothese zum Fortschritt geführt hat. Soeben gibt uns die Sprachwissenschaft einen Beleg hierfür. Es ist bekannt, dass die Sprachvergleichung innerhalb des

indo-germanischen Sprachstammes an die Reconstruction der allen zu Grunde liegenden Ursprache dachte. Johannes Schmidt[74] zeigt nun, dass die Grundformen, welche erschlossen werden, in sehr verschiedenen Zeiten entstanden sein können, und dass demnach die Ursprache, als Ganzes betrachtet, eine wissenschaftliche Fiction sei. Nichtsdestoweniger wurde die Forschung durch diese Fiction wesentlich erleichtert, und hiermit hing die Aufstellung eines Stammbaumes der indo-germanischen Sprachfamilie eng zusammen als eine durch viele Anzeichen gestützte Hypothese. Man nahm eine Gabelung in eine südeuropäische Sprache, mit den Abzweigungen des Griechischen, Italischen und Celtischen, und in die Sprache an, aus deren abermaliger Zweitheilung die nordeuropäische Grundsprache und die arische Grundsprache hervorgingen. Obgleich Johannes Schmidt nachgewiesen, dass dieser Stammbaum falsch, da die Beschaffenheit des Slavolettischen die vorausgesetzte erste Zweitheilung als unmöglich erscheinen lässt, wird der Werth jener Stammbaumhypothese deshalb doch nicht verkleinert. Sie war der Weg zur Wahrheit.

In unserer Wissenschaft hat von dem Rechte, hypothetische Stammbäume als Wegweiser für den Gang der Forschung zu entwerfen, Haeckel den ausgedehntesten Gebrauch gemacht. Es kommt gar nicht darauf an, dass er selbst sich wiederholt hat verbessern müssen, oder dass andere ihn oft verbessert haben: der Einfluss dieser Stammbäume auf den Fortschritt der Descendenz-Zoologie ist für den, welcher das Feld überblickt, ein ganz offenbarer, abgesehen davon, dass eine Reihe von Untersuchungen des letzten Jahrzehntes ihre Resultate in gute Stammbäume endgültig fixirt haben. Da wir blos eine Einführung in die Descendenzlehre beabsichtigen, so begnügen wir uns damit, darzulegen, wie in ihrer Anwendung auf die eine Gruppe der Wirbelthiere sich das System



oder der Stammbaum derselben gestaltet. Zu diesem Zweck halten wir uns an das vorstehende Schema.

Wie wir oben gesehen, sind in der Entwickelungsgeschichte der Individuen die wichtigsten Fingerzeige für den Stammbaum der Arten enthalten. Allein wenn auch alle Wirbelthiere hinsichtlich der Anlage des Keimes, sowie der fundamental wichtigen Organe, des Rückenmarkes und der Wirbelsäule, unter sich eine ihren verwandtschaftlichen Zusammenhang erweisende Uebereinstimmung zeigten, so schien jedes Kennzeichen ihrer Abstammung von niedrigern Thieren, wie die Theorie unbedingt fordert, zu fehlen. Es schien, mit andern Worten, bei sämmtlichen Wirbelthieren das Andenken an ihre erste Abstammung in der abgekürzten Entwickelung (vgl. S. 195) verwischt worden zu sein. So stand es, bis Kowalewsky vor einigen Jahren die Entwickelung des niedrigsten bekannten Wirbelthieres, des Lanzettfisches (Amphioxus) studirte und nachwies, dass bei diesem Thiere den typischen Er-

scheinungen der Wirbelthierentwickelung Stadien vorausgehen, welche die Theorie verlangt hatte. Wir haben diese Entwickelungsform schon kennen gelernt (S. 45 fg.) und heben hier nochmals die tiefe Bedeutung derselben hervor. Erst nachdem der Amphioxus die Stufe der flimmernden, mit einem Hohlraum versehenen Gastrulalarve durchgemacht, flacht sich die künftige Rückenseite ab und erheben sich die Wülste, die sich bald darauf zum Rückenmarksrohre schliessen, während darunter jener wichtige Zellenstrang entsteht, die Chorda dorsalis oder Rückensaite. Erst hiermit wird der Lanzettfisch zum Wirbelthier, und die vorausgehen-

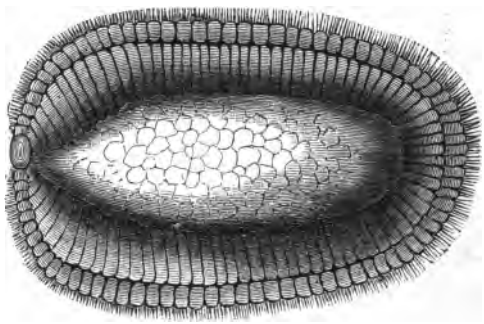


Fig. 22. Lanzettfischlarve (nach Kowalewsky).

den Stufen erinnern nicht, wie C. E. v. Bär einst solche Erscheinungen aufgefasst wissen wollte, durch Indifferenz ganz allgemein an das Niedrige und Unentwickelte, sondern stimmen in Werden und Anlage, in der Sonderung der Zellenlagen und in ihrer Totalität mit den Gastrulastadien wirbelloser Thiere überein.

Wir dürfen daher mit vollem Rechte diese frühesten Entwickelungsvorgänge am Amphioxus als eine Erinnerung an die Wurzeln des Wirbelthierstammes ansehen, und dieser directe Hinweis auf die Abstammung der Wirbelthiere von Wirbellosen wird durch eine

zweite, nicht minder wichtige Entdeckung des russischen Naturforschers unterstützt. Es ist die, dass eine

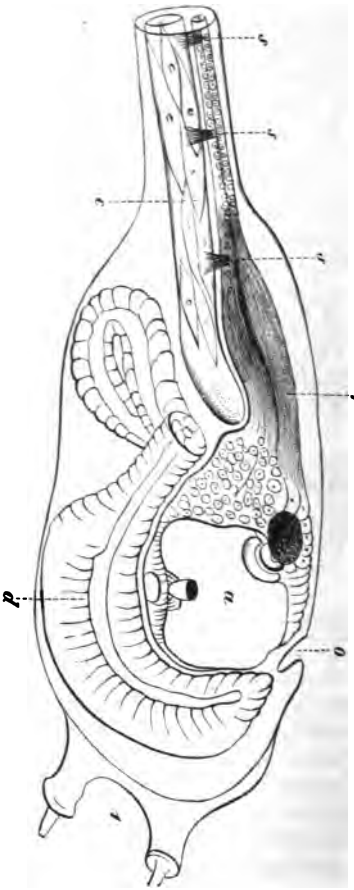


Fig. 23. Ascidienlarve (nach Kupfer).

Anzahl von Mantelthieren aus der Abtheilung der Ascidien während ihrer Entwickelung vorübergehend

ein Rückenmark und die Anlage der Wirbelsäule besitzen. Kowalewsky's Untersuchungen sind in allen wesentlichen Stücken von Kupfer bestätigt und vielfach erweitert worden, und das Thatsächliche, was uns interessirt, lässt sich an der Abbildung 23, den Vordertheil einer ziemlich vorgeschrittenen Ascidienlarve darstellend, erläutern. Der Körper der Ascidienlarven besteht aus einem Rumpftheil, den unsere Figur ganz zeigt, und einem Ruderschwanze. Die vom Rumpfe nach rechts vorstehenden Anhänge sind Haftorgane, mit denen die Larve sich behufs ihrer definitiven Umgestaltung festsetzt; bei *o* entsteht die Mundöffnung, aus *d* entwickelt sich Kiemenhöhle und Darmkanal, wobei wir beiläufig hervorheben, dass auch beim Lanzettfisch der Vordertheil des primitiven Darmes zur Kiemenhöhle wird. Die für die Beziehung zu den Wirbelthieren wichtigsten Theile der Ascidienlarven sind aber folgende. Sie besitzt ein wirkliches Rückenmark mit einem blasig aufgetriebenen Gehirn (*r a*). Anlage und Lage dieses Organs stimmt genau mit den entsprechenden Theilen des Wirbelthieres überein, und Kupfer hat sogar den Ursprung von Nerven entdeckt (*s s s*), welche die Gleichheit des fraglichen Organs mit dem Rückenmark und den paarigen daraus entspringenden Nerven der Wirbelthiere noch unwiderleglicher machen würden, wenn die Beobachtung sich bestätigte. Wir wissen aber, dass nicht das Rückenmark für sich, sondern seine Verbindung mit der Wirbelsäule den Charakter des Wirbelthieres ausmacht. Auch diese Wirbelsäule als Rückensaite besitzt die Ascidienlarve (*c*), und wie beim Wirbelthiere schiebt sich diese embryonale Wirbelsäule zwischen Darm und Rückenmark ein. Bis hierher geht die Uebereinstimmung, dann aber wird die Entwickelung dieser für das Wirbelthier wichtigsten Theile bei der Ascidie eine rückgängige. Der Ruderschwanz mit dem in ihm enthaltenen Rückenmarke und der Saite wird, indem das Thier sich fest-

setzt, abgeworfen, das vielversprechende Larvengehirn schrumpft zu einem unansehnlichen Nervenknoten zusammen, und das fertige Thier lässt keine Ahnung von einem Anschluss an die Wirbelthiere aufkommen.

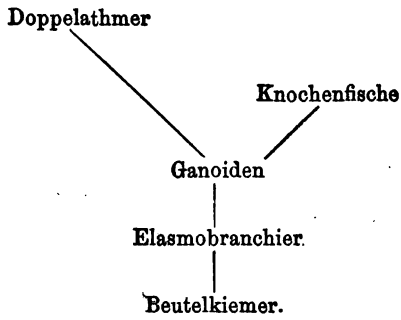
Bewiesen ist durch diese mühevollen Beobachtungen, dass die Wirbelthiere nicht das unbedingte Eigenthumsrecht auf Rückenmark und Wirbelsäule besitzen, sondern diese Organe als Erbtheil von niedrigern Organisationsstufen als ihren Vorfahren empfingen. Sowenig es aber den Darwinisten einfällt, im Menschen einen directen Abkömmling der heutigen Affen zu erblicken, ebenso wenig ziehen sie aus den mitgetheilten Beobachtungen über die Ascidienlarven den Schluss, dass die Wirbelthiere von den Ascidien abstammten. Die Uebereinstimmung nöthigt vielmehr zu der Voraussetzung eines unbekannten Urwirbelthierstammes, der aus irgendeinem Aste der vielgestaltigen Abtheilung der Würmer entsprang. Von ihm grenzten sich nach der einen Seite die Mantelthiere ab, die man allenfalls verunglückte Wirbelthiere nennen könnte, nach der andern die eigentlichen Wirbelthiere.[75]

Fig. 24. Ausgewachsene Ascidie.

Der Amphioxus, welcher an verschiedenen Küsten an seichten Stellen im Sande lebt, und z. B. bei Messina täglich zu Tausenden gefangen werden kann, wird fünf bis sechs Centimeter lang, ist fischartig zusammengedrückt, an beiden Enden zugespitzt und im lebenden Zustande fast durchscheinend. Er besitzt keine Spur von Extremitäten, am Schwanzende nur ein paar feine Hautsäume, die Andeutung von Rücken- und Afterflosse, und ist in seinem innern Bau so einfach, dass er mit Unrecht gewöhnlich als Fisch bezeichnet

wird. Sein Skelet beschränkt sich auf die Chorda und feine Knorpelstäbchen an Mund und Kiemen. Er hat kein Gehirn, ausser einer vielleicht als Geruchsorgan zu deutenden wimpernden Grube kein Sinneswerkzeug, sein Herz ist schlauchförmig. Und so besteht zwischen ihm und den übrigen eigentlichen Fischen ein so weiter Abstand, dass die Möglichkeit offen bleibt, dass die Fische einen andern Entwickelungsgang als durch amphioxusartige Stadien zurückgelegt haben.

Unsere Kenntnisse über die Verwandtschaftsverhältnisse der Fische lassen sich in folgendem Stammbaum niederlegen:



Zwar zeigen auch die Beutelkiemer oder Rundmäuler (Cyclostomi) so erhebliche Eigenthümlichkeiten, wie Mangel der Extremitäten, gänzliche Abwesenheit von Knochenplatten und Schuppen in der Haut, aber Gehirn, Herz und die weit über den Amphioxus sich erhebende, wenn auch durchaus knorpelig bleibende Wirbelsäule vermitteln ihren unmittelbaren Anschluss an die Fische. Fossile Reste dieser, in der Gattung Pricke (Petromyzon) allbekannten Thiere sind nicht vorhanden, wie denn überhaupt höchstens ihre Hornzähne sich hätten erhalten können.

Nach diesen offenbaren Lücken unserer Kenntniss bieten die folgenden Ordnungen der Fische sich in desto übersichtlicherm Zusammenhange dar. Den Ausgangspunkt bilden die Elasmobranchier, zu welchen die eigenthümlichen Chimären, die Haie und Rochen gehören. Gehirn und Kiemen zeigen die Verwandtschaft mit den Rundmäulern. In der Beschaffenheit des Schädels und des Gesichtsskeletes, des Schultergürtels und der vordern Extremitäten, des Herzens und Darmes zeigen sie solche Bildungen, zu denen sich die gleichen Theile der Ganoiden entweder als Fortentwickelungen oder als Reductionen verhalten, wie Gegenbaur in seinen classischen Untersuchungen nachgewiesen. Auch Huxley hat zur richtigen Auffassung dieser Verhältnisse die Bahn gebrochen. Um hiervon vollständig sich zu überzeugen, ist allerdings ein Detailstudium nothwendig; denn ohne solches kann man sich doch keine Vorstellung machen, wie bei den Elasmobranchiern noch der eigentliche Kieferapparat fehlt, und der Knorpelbogen, der bei ihnen die Kiefer vertritt, bei den Ganoiden theils als Gaumen, theils als Aufhängestil des wirklichen Unterkiefers verwendet wird, wie die innern Kiemen jener zu den äussern dieser werden, und wie im Skelet der vordern Extremitäten sich Schritt für Schritt von den Haien und Rochen zu den Ganoiden, namentlich den dazu gehörigen Stören, die allmähliche Vereinfachung nachweisen lässt, die einerseits in den Knochenfischen, andererseits in den höhern Wirbelthieren ihre Extreme erreicht, bei letztern unter der vielgestaltigen Vervollkommnung des Armes und der Hand. Es leben von den Ganoiden nur noch einzelne Ueberreste, die Familie der Störe und einzelne amerikanische und afrikanische Gattungen, für welche, wie Rütimeyer sagt, die Flucht ins süsse Wasser ein Act der Rettung war. Sie reichen eben hin, um das Verhältniss der einst ungemein ausgebreiteten Gruppe sowol zu den Elasmobranchiern als den Knochenfischen zu erklären.

In diesen, den Knochenfischen, ist die bei den Ganoiden eingeleitete Umbildung der Organisation der Elasmobranchier weiter geführt. Sie sind nur sehr bedingt „höher entwickelt" zu nennen, etwa im Skelet, worauf die ehemalige Zoologie zu viel Gewicht legte. Hirn, Herz, die Bildung der Extremitäten, das Fortpflanzungssystem sind zwar Sonderentwickelungen, die in Verbindung mit der äussern Form und den Hautbedeckungen eine sehr grosse Anpassungsfähigkeit bewährt haben, einer Weiterentwickelung aber nicht fähig gewesen sind. Die vergleichende Anatomie hat viele Mühe vergeblich darauf gewendet, aus der speciellen Organisation der Knochenfische die Verhältnisse der höhern Thiere abzuleiten, oder die Eigenthümlichkeiten der Knochenfische von oben her zu erklären. Es war verlorene Mühe, weil nur der eben bezeichnete Weg, die Abstammung der Knochenfische durch die Ganoiden von den haiartigen Fischen, zur Lösung führt.

Mit den Knochenfischen schliesst also in der heutigen Periode eine Entwickelung ab, und wir haben uns nach einer andern Uebergangsstufe von den Fischen zu den Amphibien umzusehen. Eine solche ist in der spärlich durch nur einige Arten (Lepidosiren, Protopterus) vertretene Ordnung der Doppelathmer (Dipnoi) vorhanden. Diese fischartigen, in einigen in der heissen Jahreszeit austrocknenden Flüssen Afrikas und Amerikas lebenden Thiere sind nach Skelet und Beschuppung und in einigen andern Merkmalen Fische; der Schädel ist jedoch fast amphibienartig, auch gebrauchen sie ihre Schwimmblase zeitweilig als Lunge und veranschaulichen in diesem Wechsel der Wasser- und Luftathmung den Uebergang der kiemenathmenden Larven der Amphibien in das Stadium der Luftathmung. Sie nähern sich unter den eigentlichen Fischen am meisten der in der Gegenwart durch den afrikanischen Polypterus vertretenen Familie der Crossopterygier, und durch die neuere Entdeckung eines sehr merkwürdigen

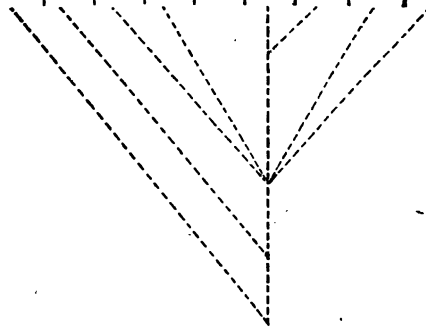
australischen Fisches, des Ceratodus, wird diese Verwandtschaft befestigt.

Durch solche den Doppelathmern ähnliche Formen hat sich also wahrscheinlich der Fortgang von den Fischen zu den Amphibien vollzogen; es ist jedoch auch möglich, wie mich ein wissenschaftlicher, in der Entwickelungsgeschichte sehr bewanderter Freund, gestützt auf die Vergleichung der Athemorgane der Rundmäuler mit denen der Amphibien, aufmerksam macht, dass Frösche und Salamander direct von Wesen abstammen, welche der Myxinoiden genannten Abtheilung der Cyclostomen am nächsten standen. Es ist zu hoffen, dass diese sehr interessanten Beobachtungen demnächst in die Oeffentlichkeit treten. Im allgemeinen sehen wir in der Ontogenie der Amphibien, dass geschwänzte Formen die ältern sind. So verhalten sich denn auch die ältesten amphibienartigen Thiere, die Labyrinthodonten. Wir haben aus ihren, namentlich in der Kohlenformation enthaltenen Resten (Archegosaurus u. a.) erfahren, dass sie unvollständige oder keine Gliedmassen hatten, ihre Bauchseite theilweise mit knöchernen Panzerstücken versehen, die Wirbel fischartig waren, und dass ihr Schädel mit Charakteren der heutigen Amphibien andere verbindet, welche theils an gewisse Knochenganoiden, theils an die später auftretenden Reptilien erinnern. Wenn nun auch am Schädel der eigenthümlich schlangenähnlich verlängerten Schleichlurche oder Cöcilien, welche jedoch schwanzlos sind und ohne Gliedmassen, einige Besonderheiten des Labyrinthodontenschädels wieder zum Vorschein kommen, so müssen wir doch sowol für diese Ordnung, wie für die beiden andern jetzt lebenden Ordnungen der Schwanzlurche und der Frösche unsere völlige Unkenntniss ihrer eigentlichen Vorfahren eingestehen. Wir sind also, wie gesagt, hier lediglich an die Entwickelungsgeschichte der Individuen gewiesen. Mit welchem Rechte wir uns aus dieser ein der Wirklichkeit

mit grosser Wahrscheinlichkeit nahe kommendes Bild der Stammesentwickelung entwerfen können, wird der Leser aus den frühern Abschnitten entnommen haben. Wir sehen unter den geschwänzten Amphibien nicht blos in der Ontogenie den Uebergang von der Kiemen- zur Lungenathmung, auch die systematische Reihe von Proteus zu Triton und Salamander vergegenwärtigt uns diese, an verschiedene morphologische Umwandlungen gebundene physiologische Steigerung, welche sich zwischen den jungen und alten Exemplaren der Labyrinthodonten ebenfalls nachweisen lässt. Die Frösche gehen zwar in ihrer Entwickelung höher als die Schwanzlurche, sie schliesen sich aber, wie der oben schon erwähnte Freund mich belehrt, in der Beschaffenheit der innern Kiemen ihrer Larven näher an die Myxinoiden an. Den Ueberblick über die Reptilien verschaffen wir uns zunächt durch die umstehende Tabelle (S. 242), wobei wir uns aller nähern systematischen Bezeichnungen enthalten wollen.

Die Klasse bietet ein sehr reichhaltiges Bild dar, obschon in der Gegenwart nur vier Ordnungen existiren, von denen noch dazu zwei, die Eidechsen und Schlangen, kaum voneinander zu trennen sind. Dass die Schlangen, welche erst mit der Tertiärzeit auftreten, ein unmittelbarer Ableger der Eidechsen sind, wird durch die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte zur Gewissheit. Wir sehen innerhalb verschiedener Familien der Eidechsen mit der Streckung des Körpers und der Vermehrung der Wirbel die Fusslosigkeit eintreten, und auch die Aenderungen, welche dem Schädel der „echten" Schlangen eigenthümlich sind, werden in ganz allmählichen Abstufungen vom echten Eidechsenschädel an in der systematischen Reihe repräsentirt. Wir können nicht die fossilen Gattungen angeben, mit denen die Umwandlung beginnt, ein Zweifel in diesem Falle würde aber nur eine eigensinnige Verneinung sein. Anders steht es mit den übrigen Ordnungen, welche in ihren uns bisher zugänglich

	Ichthyosaurier	Plesiosaurier	Dicynodonten	Schildkröten	Schlangen	Eidechsen	Flugeidechsen	Krokodile	Ornithocoeliden
Gegenwart									
Diluvium . .				†	†	†		†	
Tertiärzeit . .				†	†	†		†	
Kreide	†			†		†	†	†	†
Jura	†	†		†		†	†	†	†
Trias	?	†	†			†		†	†
Dyas						†			
Kohle									



gewordenen Anfängen schon so bestimmt ausgeprägte Verschiedenheiten zeigen, dass eine directe Ableitung auch nur einiger aus bekannten Gliedern anderer nicht möglich ist. Ein sehr guter Kenner der Anatomie dieser Thiere, Huxley, lässt sich folgendermassen hierüber aus[76]: „Wenn wir fragen, wie die frühesten Repräsentanten dieser Ordnungen sich von den jetzt lebenden oder den spätest bekannten Gliedern der-

selben unterscheiden, so werden wir in allen Fällen finden, dass die Grösse des Unterschiedes an und für sich und im Vergleich mit den dazwischen liegenden Zeiträumen merkwürdig gering ist. Meines Wissens gibt es keine Thatsache, von der man sagen könnte, dass sie einen Fortschritt der spätern Pterosaurier oder Ichthyosaurier über die jüngsten (ältesten?) repräsentire. Es ist nicht klar, dass die Dinosaurier der Wealden- und Kreideformation höher organisirt sind als die der Trias; wo aber ein Fortschritt in der Differentiation des Baues zu beobachten ist, wie bei den Lacertiliern oder Krokodiliern, geht derselbe nicht weiter als bis zur Veränderung der Wirbelgelenkflächen oder des Grades, bis zu welchem die innern Nasenöffnungen von Knochen umgeben werden. Die osteologischen Unterschiede, welche uns die Fossilreste allein zu überliefern vermögen, sind ohne Zweifel von manchen Veränderungen in der Organisation hinfälliger Körpertheile begleitet gewesen, aber die Gesammtheit der vorliegenden Thatsachen beweist doch, dass der Grad von Veränderung in der Organisation der Reptilien seit ihrem ersten bekannten Auftreten auf der Erde an und für sich nicht gross ist und ganz unbedeutend erscheint, wenn wir die seitdem verflossenen Zeiträume, sowie die Veränderungen der äussern Umstände in Betracht ziehen, welche durch die mesozoischen und tertiären Formationen repräsentirt sind.

„Aus dem Gesichtspunkt der Entwickelungshypothese ist die Annahme geboten, dass die Reptilien von einem gemeinsamen Stamme ausgegangen sind, und ich sehe keine Berechtigung für die Ansicht, dass diese Divergenz vor der Trias bedeutender* gewesen sei, als sie zu irgendeiner spätern Zeit gewesen ist. Folglich müssen, wenn die Annäherung der ältestbekannten Vertreter der verschiedenen Ordnungen aneinander sehr gering ist, Reptilien schon vor der Trias eine Zeit

* Muss wol heissen unbedeutender?

hindurch gelebt haben, mit welcher verglichen der von der Trias bis heute verflossene Zeitraum gering ist — die Reptilien müssen, mit andern Worten, weit zurück in der paläozoischen Periode aufgetreten sein."

Die Vergleichung weist uns also in Zeiten zurück, aus denen keine Kunde zu sicherer Ableitung jener Klasse vorliegt. Selbst die Ichthyosaurier und Plesiosaurier, welche so oft zusammen genannt werden, gehen in sehr wesentlichen, ihren etwaigen gemeinsamen Ursprung weit hinausrückenden Charakteren auseinander. Wir erwähnen nur die ganz flossenartigen Extremitäten der erstern, welche in der Hand noch den Fischtypus an sich tragen. Wir werden also nur im allgemeinen auf solche Mischformen zurückgewiesen, welche sich ähnlich wie die Labyrinthodonten verhalten haben mögen, ja es muss sogar die Frage aufgeworfen werden, ob nicht die Ichthyosaurier allein, oder auch mit ihnen die Plesiosaurier unabhängig von den übrigen Aesten des Reptilstammes sich selbständig von Fischformen abgezweigt haben, welcher Eventualität in dem Stammbaum auf S. 232 Rechnung getragen ist. Eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Schädel der Schildkröten zeigt derjenige der Dicynodonten. Auch bei ihnen waren die Kiefer, wie sich aus ihrer Gestalt ergibt, offenbar mit Hornscheiden überzogen; zugleich aber enthält der Oberkiefer zwei mächtige Hauzähne, und an einen directen Uebergang der in der Trias erscheinenden Dicynodonten in die spätere Schildkröte ist kaum zu denken. Die ältern Formen der Krokodile zeigen in einigen Punkten des Schädels sowie der Stellung der hintern Nasenöffnungen einen Anschluss an die Eidechsen, aus deren ältern unbekannten Formen sie sich wahrscheinlich abgezweigt haben. Auch die Flugeidechsen oder Pterosaurier dürften eine Abzweigung der Eidechsen sein. Sie haben durch Anpassung einige Eigenschaften erlangt, Gestalt und Leichtigkeit des Kopfes, Schlankheit und Pneumaticität der Röhrenknochen, die

sie mit den Vögeln theilen. Aber nicht in ihnen, sondern in der Abtheilung, welche Huxley, unter Zusammenfassung mehrerer Familien, Ornithosceliden, d. i. Reptilien mit Vogelbeinen, nennt, sind die eigentlichen Vorfahren der Vögel zu suchen. Denn in ihnen bereitet sich einer der wichtigsten Charaktere der Vögel theils vor, sodass seine Entstehung auch noch im ausgewachsenen Thier erkennbar bleibt, theils vollzieht sie sich, wie in der Gattung Campsognathus. Es ist jene von uns schon auf Seite 9 betrachtete Eigenthümlichkeit, dass der obere Theil der Fusswurzel mit dem Unterschenkel, der untere mit dem Mittelfusse verschmilzt, und dass mithin das Fersengelenk in die Fusswurzel hineingelegt wird.

Alle lebenden Reptilien unterscheiden sich durch einige, ihre Entwickelung begleitenden Erscheinungen scharf von den Amphibien und Fischen; sie besitzen zwei den Embryo umhüllende Organe, das Amnion, welches wesentlich eine Schutzhülle des sich entwickelnden Wesens ist, und die Allantois, wodurch der fötale Kreislauf, Ernährung und Athmung geregelt und vermittelt wird. Wir finden bei den Fröschen Andeutungen wenigstens der Allantois und müssen voraussetzen, dass der grösste Theil der fossilen Reptilien sich schon diesen Fortschritt der Gesammtorganisation angeeignet hatte. Ein Fortschritt nämlich liegt darin, dass die mit Amnion und Allantois sich entwickelnden Thiere während des embryonalen Stadiums weiter kommen als die niedrigen Wirbelthiere, dass sie mithin widerstandsfähiger das Ei verlassen. Wir müssen auch deshalb die Aneignung des Amnion und der Allantois in die entlegenen Perioden der Amphibien- und Reptilienentwickelung versetzen, weil sowol die Vögel, welche von echten Reptilien abstammen, als die Säugethiere, welche von wahren Reptilien nicht abstammen können, mit ihnen im Besitz jener embryonalen Hüllen und Organe sind.

Die Vögel schliessen sich anatomisch so eng an die

Reptilien an, dass Huxley, welcher die Vergleichung am schärfsten durchgeführt hat, beide Klassen zu einer grössern systematischen Einheit unter dem Namen Sauropsida, d. i. eidechsenähnliche Thiere, zusammenfasste. Eine Eidechsenschuppe und eine Feder scheinen zwei gänzlich verschiedene Dinge zu sein; sie sind aber in ihrer ersten Anlage völlig gleich, und die Feder hat eine weit grössere Uebereinstimmung mit der Schuppe als mit dem Haar. Die Befiederung, welche dem Vogel einen specifischen Charakter aufzudrücken scheint, ist also aus der Schuppenbildung abzuleiten. Von den innern weichen Organen wollen wir nur Herz und Lungen hervorheben. Alle ältern Zoologen stellten das Vogelherz dem Säugethier- und Menschenherzen gleich; es ist jedoch in seinen speciellen Einrichtungen nur aus dem Reptilienherzen zu verstehen, und die Luftröhre verästelt sich nicht gabelig-baumförmig wie beim Säugethier. Dass in den Reptilien ein allmählicher Uebergang zum Vogelbein vorliegt, ist wiederholt hervorgehoben. Auch das Becken des Vogels, welches durch die Länge der Scham- und Sitzbeine auffällt und vorn offen ist, stellt nur eine geringe Weiterentwickelung der Beckenbildung vor, welche schon verschiedene Ornithosceliden zeigen. So sagt Huxley vom Sitzbein des Hypsilophodon, dass „die bemerkenswerthe Schmalheit und Verlängerung diesem Knochen einen ganz wunderbar vogelartigen Charakter gebe". Am Schädel endlich sind die Eigenthümlichkeiten, welche der Vogel im Gegensatz zum Säugethier besitzt, wie der einfache Gelenkhöcker am Hinterhaupt, das Quadratbein, die besondere Form des Schneckentheiles des Gehörlabyrinthes, die Zusammensetzung des Unterkiefers und seine Einlenkung am Schädel durch Vermittelung des Quadratbeines u. s. w., nicht specielle Vogel-, sondern allgemeine Reptiliencharaktere. Diese Gleichheit des Reptilien- und Vogeltypus wird schon vollkommen klar aus der Vergleichung lebender Vögel mit lebenden Reptilien. Der Beweis

der Abstammung des Vogels vom Reptil wird aber durch die, wenn auch sparsamen Funde fossiler Zwischenformen unantastbar. Vom Becken und Bein der Ornithosceliden ist schon die Rede gewesen. Wir haben aber weiter aus den solnhofner Schiefern leider nur einen verstümmelten und durch den Druck vielfach beschädigten Vogel kennen lernen, den Archaeopteryx (*Fig. 23.* Abdruck des Schwanzes von Archaeopteryx macrurus Ow.), der uns eine höchst erwünschte und interessante Mittelstufe zwischen Reptilien- und Vogelschwanz zeigt. Unter den heutigen Vögeln besitzt nur der amerkanische Strauss (Rhea) zahlreiche gesonderte Schwanzwirbel; der Schwanz dieses Vogels tritt aber so wenig hervor, dass man dabei nicht an den Eidechsenschwanz denkt. Archaeopteryx nun zeigt uns einen mit zwei Zeilen steifer, im Abdruck wunderbar vollkommen erhaltener Federn besetzten langen Schwanz. Der Schädel des kostbaren, im britischen Museum aufbewahrten Exemplares ist so zerstört, dass man von seiner Beschaffenheit sich kein Bild machen kann. Namentlich lässt sich nicht entscheiden, ob die Kiefer Zähne trugen. Das Beispiel der Schildkröten lehrt, dass innerhalb des Reptilientypus die Zahnbildung durch Hornscheiden ersetzt wurde, ohne Entwickelung des Thieres zur Flugfähigkeit; die Flugeidechsen wiederum verbinden mit der Flugfähigkeit einen leichten, aber doch mit zahlreichen Zähnen versehenen Kopf. Der Unklarheit, in der wir uns bezüglich dieser Theile der

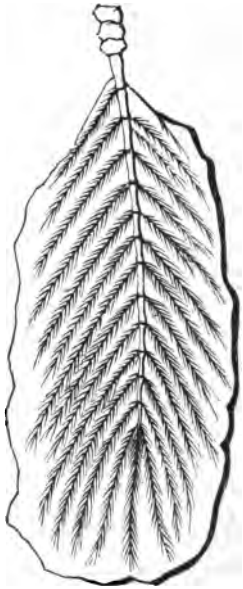


Fig. 23.

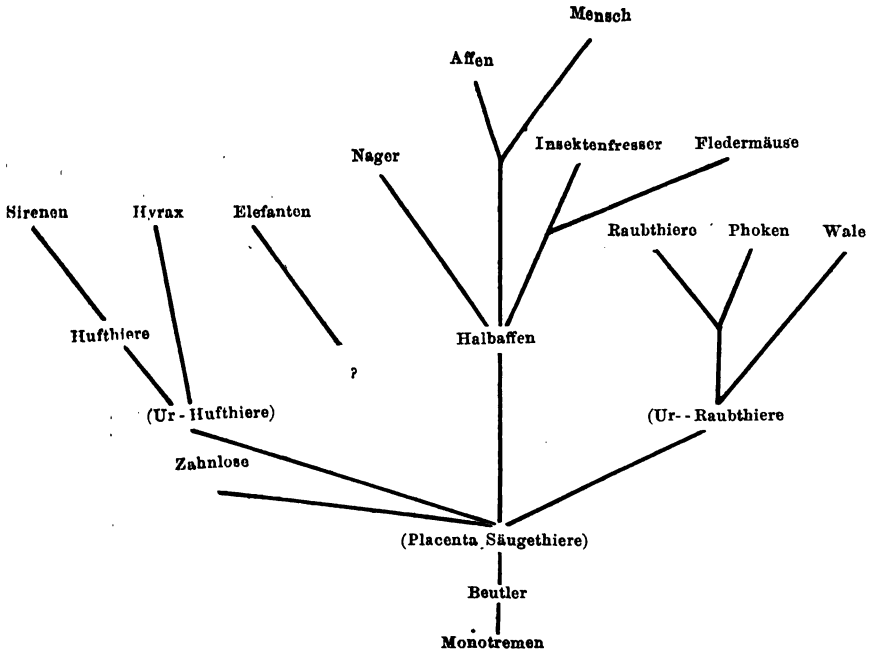
ältern vorweltlichen Vögel befanden, ist durch eine Entdeckung des amerikanischen Naturforschers Marsh[77] ein Ende gemacht. Er fand in der obern Kreide von Kansas die Reste zweier Gattungen von Vögeln, die einmal durch ihre biconcaven Wirbel an die Merkmale der ältern Reptilien erinnern und schon damit als höchst werthvolle Zwischenstufen sich darstellen, die aber auch ferner in beiden Kiefern Zähne trugen. Dieselben sind klein und spitz, und waren so zahlreich, dass im Unterkiefer des Ichthyornis dispar genannten Thieres jederseits zwanzig gezählt werden konnten.

Somit sind wir heute über die Verwandtschaft der Vögel nach aussen vollständig im Reinen. Der Vogel ist ein dem Luftleben angepasstes Reptil, und diejenigen Vögel, die wir dem Fluge mehr entfremdet sehen, haben die mit der geringern oder grössern Flugunfähigkeit verbundenen Eigenschaften erst im Wege der Rückbildung erworben. Desto schlimmer sieht es mit der innern Ordnung dieser Thierklasse aus. Mit einer gewissen Sicherheit lässt sich theils aus der geographischen Verbreitung, theils aus anatomischen Merkmalen, namentlich des Schädels, folgern, dass die straussenartigen Vögel nicht etwa wegen ihrer Schenkelstärke und Geschicklichkeit im Laufen die jüngsten, wol gar den Säugethieren am nächsten stehenden Mitglieder ihrer Klasse, sondern dass sie die ältesten der jetzt lebenden sind. Die Art der Unvollkommenheit ihrer Flügel weist, wie gesagt, darauf hin, dass dieselben sich im Zustande der Verkümmerung und Rückbildung befinden. Ueber diese allgemeine Erfahrung kommt man nicht hinaus. Hat man den Vogel als ein Flugthier im Auge, so sind natürlich von diesem Gesichtspunkt aus diejenigen die höchsten im Range, welche am besten fliegen gelernt haben. Diese Palme kommt bekanntlich im allgemeinen den Raubvögeln zu, obschon auch andere Ordnungen an hervorragenden Fliegern nicht arm sind. Brehm und andere halten die Papagaien wegen ihrer

Gelehrigkeit für die höchsten Vögel. Aber das alles ist Willkür und kann nur zufällig in einzelnen Theilen der wahren, noch unbekannten Verzweigung des Vogelastes am Stammbaum der Wirbelthiere entsprechen.

Die ältesten Reste von Säugethieren sind aus der Trias bekannt; etwas häufiger kommen sie in den mittlern mesozoischen Schichten vor, und sie alle gehören Beutelthieren an. Da nun die Beutler im Vergleich zu den niedern Wirbelthierklassen, von denen sie abgeleitet werden müssen, sehr hoch entwickelt sind, und wir in den Monotremen (Schnabelthier und Schnabeligel) Säugethiere besitzen, welche offenbar weit unter den Beutlern stehen, so sind wir hinsichtlich des Ursprunges der Säuger lediglich auf Vermuthungen und Schlüsse angewiesen. Diese führen auf amphibienartige Wesen, in denen gewisse Eigenthümlichkeiten des Schädels der Säugethiere, z. B. der doppelte Gelenkknopf am Hinterhaupte, vorgebildet waren, und welche durch Amnios- und Allantoisbildung sich den eigentlichen Reptilien näherten. Diese Vorfahren der Säugethiere sind jedoch in keiner der jetzt existirenden Ordnungen der Reptilien oder Amphibien noch repräsentirt. Auch der Stammbaum (S. 250), in welchem wir die genauer bekannten fossilen und die jetzt lebenden Säuger gruppiren, enthält erhebliche Lücken und beruht zu einem guten Theile auf Hypothese, gibt aber doch ein annähernd wahrscheinlich richtiges Bild über die Blutsverwandtschaft der Ordnungen und muss, verglichen mit dem System, wie es vor dem Wiederaufleben der Descendenzlehre in den Lehrbüchern aufgebaut wurde, als ein grosser, gedankenvoller Fortschritt gelten.

Die auf Australien mit Tasmanien beschränkten Monotremen (Ornithorhynchus, Echidna) sind in Anbetracht ihres Schädelbaues, der Beschaffenheit des Schultergürtels und der auf dem embryonalen Stadium der übrigen Säugethiere verharrenden Einmündung der


Mensch
Affen
Nager
Insektenfresser
Fledermäuse
Sirenen
Hyrax
Elefanten
Raubthiere
Phoken
Wale
Hufthiere
?
Halbaffen
(Ur - Hufthiere)
(Ur- - Raubthiere
Zahnlose
(Placenta Säugethiere)
Beutler
Monotremen

Darm-, Harn- und Geschlechtswege in eine Kloake die niedrigsten Glieder ihrer Klasse, und müssen als ein Rest einer aus unbestimmbaren Zeiten in die Gegenwart hineinragenden Abtheilung angesehen werden. Es ist zu vermuthen, dass sich aus einer ähnlichen Stufe die Beutelthiere entwickelt haben. Die Anpassungsfähigkeit dieser letztern hat sich hauptsächlich in Australien bewährt, wo die Unterabtheilungen der Ordnung, welche gewöhnlich als Familien bezeichnet werden, nach Zahnbildung und Lebensweise sich analog zu verschiedenen derjenigen Ordnungen entwickelt haben, die auf dem zweiten grossen Schauplatze der Säugethierentwickelung, auf der nördlichen Halbkugel, auftreten.

Im Skelet weit vorgeschritten vor den Monotremen bleiben sie im Fortpflanzungssystem auf einer niedrigen Stufe und theilen mit den Monotremen die Placentalosigkeit. Die embryonalen Blutgefässe treten nämlich nicht in jene enge Beziehung zu den Blutgefässen des mütterlichen Fruchthalters, wodurch die vollständigere Ausbildung der übrigen Säuger im Mutterschose ermöglicht ist. Durch diesen Charakter und die damit verbundene Beutelbildung behufs des Austragens der unreif geborenen Jungen werden die, wie erwähnt, gleich den übrigen Ordnungen auseinander gehenden Familien der Beutler zusammengehalten.

Abgesehen also von den beiden obengenannten Ordnungen ist bei den übrigen Säugethieren der Embryo durch die sogenannte Placenta mit dem mütterlichen Organismus verbunden. Die vermittels der Allantois an die Wandung des Uterus gelangenden Blutgefässe des sich entwickelnden Jungen bilden Zotten und Schlingen, zwischen welche ähnliche Auswüchse und Anhänge der Blutgefässe des Fruchthalters hineinwachsen, sodass durch die Wandungen der sich berührenden Blutgefässe hindurch ein reichlicher Austausch der beiderseitigen Flüssigkeiten und damit eine längere Ernährung und eine weitere, vollkommenere

Ausbildung des Fötus stattfindet. Der höhere, in den anatomischen Verhältnissen schon meist klar ausgesprochene Charakter der placentalen Säugethiere findet also seine Begründung in dem Vorhandensein des Fruchtkuchens. Indessen fehlen alle Zwischenstufen, die auf den directen Uebergang von placentalosen zu placentalen Säugern mit Sicherheit schliessen liessen. Die offenbar niedrigsten unter den placentalen Säugethieren, die Zahnlosen (Edentaten, Bruta) stehen zu den Beutlern so ausser aller nähern morphologischen Beziehung, dass wir nur ganz allgemein mit dem Hinweis und der durch die geographische Verbreitung und Geologie unterstützten Wahrscheinlichkeit uns begnügen müssen, dass die Edentaten einen sehr alten Ast der Placentalien repräsentiren. Es sind, wie wir schon im zehnten Abschnitt gesehen, versprengte Ueberreste, die nur gezwungen sich in eine Ordnung fügen. Faulthier, Gürtelthier, Ameisenfresser sind unter sich mindestens so verschieden, wie Nager, Insektenfresser und Fledermäuse. Die Descendenzlehre bethätigt, indem sie mit diesen Bruchstücken einer untergegangenen Thierwelt nichts anzufangen weiss, nicht ihre Unfähigkeit, sondern steht wegen Mangels an Material gegenwärtig vor einer Unmöglichkeit.

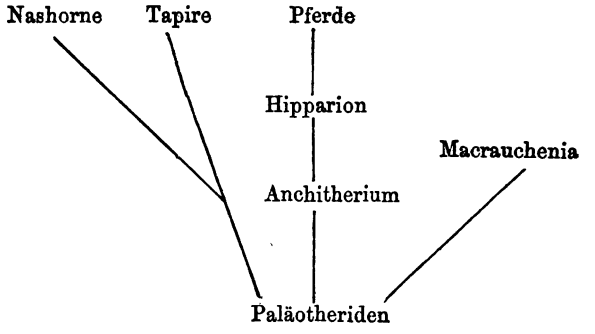
Um den Verwandtschaftsverhältnissen der übrigen Ordnungen auf den Grund zu kommen, hat die neuere Systematik, auch die Descendenzsystematik, grosses Gewicht auf die An- oder Abwesenheit der sogenannten Decidua legen zu müssen geglaubt. Dies bedarf einer kurzen Erörterung. Bei zahlreichen Ordnungen der Säuger wachsen die gefässreichen Wucherungen und Zotten der Wandung des Fruchthalters so fest in den fötalen Theil der Placenta hinein, dass bei der Geburt diese gesammte Hautschicht des Fruchthalters sich ablöst und mit ausgestossen wird. Bei den andern legen sich die beiderseitigen Gefässzotten nicht so eng aneinander, sie weichen bei der Geburt ohne

grössere Zerreissungen, und es wird mithin keine abfallende Haut (Membrana decidua) ausgestossen. Nun sind, wie mir scheint, die speciellen Verhältnisse der Deciduabildung noch viel zu wenig verglichen, als dass man von der blossen Thatsache, dass Theile der Wandung des Fruchthalters bei dem Geburtsacte verloren gehen, auf nähere Verwandtschaft schliessen müsste. Vielmehr muss von vornherein zugegeben werden, dass abhängig von Nebenumständen der verschiedensten Art, und daher bei entfernt verwandten oder überhaupt nur als placentale Säuger verwandten Ordnungen, eine Decidualbildung auftreten könne. Wir halten daher die Decidua für ein untergeordnetes systematisches Moment, wo anatomische und morphologische widersprechen.

Wir gehen noch weiter. Die neuere Systematik benutzt auch die Form der Placenta zur Gruppirung der Ordnungen. Wenn man nun unter den Deciduaten als Ordnungen mit scheibenförmiger Placenta die Halbaffen, Nager, Insektenfresser, Fledermäuse und Affen zusammenstellt, so wird diese Vereinigung allerdings durch eine Reihe anderer Gründe gestützt, und es ist alle Wahrscheinlichkeit, dass die Form der Placenta innerhalb dieser Ordnungsgruppe auf Homologie, d. i. auf Abstammung beruht. Wenn aber ferner als Ordnungen mit gürtelförmiger Placenta aufgeführt werden die Raubthiere, Elefanten und die Klippschliefer (Hyrax), so befinden wir uns in derselben Lage, wie da, wo die Decidua über die nähere Zusammengehörigkeit entscheiden sollte, und meinen, dass die untergeordnete Form der Placenta auf verschiedenem Wege in analoger Weise zu Stande kommen konnte, gleich wie sie innerhalb der sicher begründeten Abtheilung der Hufthiere zu verschiedenem Aussehen sich entwickelt hat. Wir können, um unsere Ansicht mit einigen Beispielen zu belegen, allerdings über die Abstammung der Rüsselträger nichts Sicheres angeben. Dass jedoch durch die übliche Zusammenstellung wegen der gürtelförmigen Placenta absolut nichts gesagt ist, ist ebenso sicher.

Man wird aber der Wahrheit näher kommen, wenn man den Zweig unbekannten Ursprunges schematisch demjenigen der Hufthiere näher bringt, als demjenigen der Raubthiere. Wenn man nun ferner die Wale als decidualose Säuger den Hufthieren näher verwandt hält als die Carnivoren, welche eine Decidua haben, so entscheidet dieser Umstand in unsern Augen nicht, da gewichtigere Gründe dafür sprechen, dass von raubthierähnlichen Gattungen aus die Entwickelung der Wale begonnen hat.

Schon in der Darlegung der geographischen Verbreitung der Thiere hatten wir Gelegenheit, uns von Rütimeyer über die Verwandtschaftsverhältnisse, namentlich der Hufthiere, unterrichten zu lassen. Für keine



andere Abtheilung liegt ein so reiches fossiles Material vor. Wir treffen in den ältern Tertiärschichten die Reste zweier Hufthierfamilien an, der Paläotheriden und Anoplotheriden, welche wesentlich in der Bezahnung sich unterscheiden und der Ausgangspunkt der heute zum Theil sehr isolirt erscheinenden Gruppen der Hufthiere gewesen sind. Die Wurzel, auf welche jene beiden Familien zurückführen, ist unbekannt, dagegen erhellt theils aus der directen Vergleichung der betreffenden Gattungen mit den heutigen Hufthieren, theils durch zahlreiche Mittelglieder aus dem Miocän,

Pliocän und Diluvium, dass mit der Zeit die die Gegenwart charakterisirende Spaltung eintrat und durch das Aussterben der Mittelglieder die scheinbare Isolirung hervorgebracht wurde. Durch dieselbe wurde die ältere Systematik veranlasst, drei Ordnungen von Hufthieren: Vielhufer, Zweihufer, Einhufer, aufzustellen. Der aus den Paläotheriden erwachsene Specialstammbaum umfasst von den heutigen Hufthieren die Pferde, Tapire und Nashorne. Ganz direct ist der Uebergang vom Paläotherium in das Pferd zu verfolgen, und zwar in den beiden wichtigsten Charakteren, den Zähnen und den Füssen. In Anchitherium und Hipparion voll-

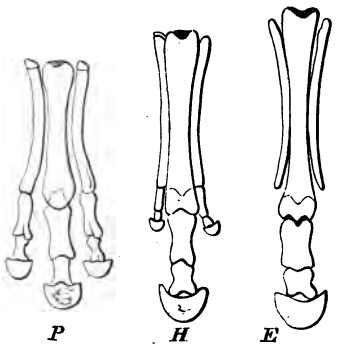
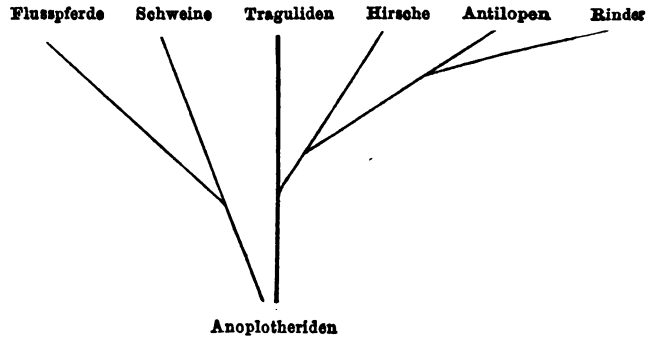


Fig. 26. Fussskelet von Anchitherium (*P*), Hipparion (*H*) und Pferd (*E*).

zieht sich die Umwandlung des dreizehigen in das einzehige Hufthier, und Rütimeyer's glänzende Untersuchungen haben gezeigt, wie im Milchgebiss jeder Gattung das definitive Gebiss der Stammgattung sich wiederholt, und in der Ontogenie die Phylogenie einen unzweideutigen Ausdruck findet. Anchitherium ist ein dreizehiges Pferd, dessen Mittelzehe jedoch schon die Hauptaufgabe übernommen hat. Bei Hipparion aber sind die beiden seitlichen Zehen dem Boden gänzlich entrückt und werden im Nichtgebrauch der beim Pferde vollendeten Verkümmerung entgegengeführt.

Die Tapire sind in der Beschaffenheit der Backzähne dem Stammtypus am treuesten geblieben. Der Umstand, dass der Tapir vorn vier Zehen hat, während die uns bekannten Paläotherien drei besitzen, beweist jedoch, dass nicht die Gattung Paläotherium selbst der Stammvater der Tapire sein kann. Denn die Annahme, dass der Tapir die vierte Zehe erworben habe, widerspricht aller Erfahrung über die Extremitätenbildung. Auch die Rhinocerote sind vorn vierzehig und es wird ihre nähere Verwandtschaft mit den Tapiren durch den Zehenbau und eine Reihe von Einzelheiten des Skelets bewiesen.



Eine isolirte Abzweigung der Paläotheriden scheint die fossile Gattung Macrauchenia zu sein, welche Merkmale der Pferde und der Rhinocerote mit denen der Kamele verbindet. Inwiefern die letztern als Wiederkäuer etwa direct mit den Macrauchenien zusammenhängen, oder ihre den Pferden sich nähernde Schädelbildung auf wahre Homologien hinweist, lässt sich zur Zeit nicht sagen.

Auch die Anoplotheriden zeichnen sich durch eine gewisse Indifferenz des Zahnbaues aus, von wo eine Reihe von Specialbildungen nach verschiedenen Richtungen ausgehen konnten. In gerader Linie stammen

von ihnen die Traguliden ab, eine kleine Gruppe, welche den Moschusthieren ähnelt und auf Südafrika und Südasien beschränkt ist. Als Wiederkäuer schliessen sie sich enger an die übrigen bekannten typischen Ruminantien an, auf der andern Seite nehmen sie eine vermittelnde Stellung zu den übrigen nicht wiederkäuenden und in der Vorwelt mit jenen durch die Anoplotheriden vereinigten Mitgliedern der ganzen Abtheilung ein. Die Suiden oder schweineartigen Thiere waren in der Eocän- und Miocänzeit sehr reich vertreten. Einem Seitenast dieser zu den Anoplotheriden hinablangenden Vorgänger entstammen die Flusspferde oder Hippopotamiden. Die Function des Wiederkäuens ist bekanntlich an eine complicirte Structur des Magens gebunden, sowie an besondere Vorrichtungen der Schlundrinne. Es lässt sich natürlich nicht bestimmen, bei welchen fossilen Thieren diese Einrichtungen begonnen haben, doch scheint es sehr früh geschehen zu sein, indem möglicherweise der zusammengesetztere Bau einiger nicht wiederkäuenden Gattungen, wie von Hippopotamus und dem Nabelschwein, von den Zeiten der Anoplotheriden her ererbt sind, und die so augenfällige Uebereinstimmung der wiederkäuenden Traguliden mit den Anoplotherien letztere mit ziemlicher Sicherheit zu Wiederkäuern stempelt.

Sehen wir von den schon oben erwähnten, ihrer Stellung nach unsichern Kamelen ab, so zerfallen die typischen Wiederkäuer in die hirschartigen und in die hörnertragenden. Durch die ungehörnten Moschusthiere sind die Hirsche mit den Traguliden und den ältern Gattungen verbunden. Einen Seitenzweig bilden die Giraffen. Wenn aber auch in dem der Giraffe nahe stehenden, einst auf athenischem Boden heerdenweise lebenden Helladotherium und in dem in den Vorbergen des Himalaya gefundenen kolossalen Sivatherium die in der Jetztwelt ganz unvermittelte

Stellung der Giraffe etwas ausgeglichen wird, bleibt das Nähere ihrer Abstammung doch noch sehr unklar.

Von den Antilopen zu den sich eng an sie anschliessenden, voneinander kaum zu trennenden Gattungen Ziege und Schaf, sowie zu den Rindern bieten sowol die systematische als die paläontologische Reihe, als auch die ontogenetischen Stufen diejenigen Uebergänge dar, aus denen die Stammverwandtschaft unwiderleglich hervorgeht. Höchst interessant ist, ausser den auch hier von Rütimeyer im Detail verfolgten Beziehungen des Milchgebisses der Tochtergattungen zu den Stammgattungen, die allmähliche Umgestaltung des Schädels, welche in den Rindern ihr Extrem erreicht, und von Antilope und Schaf durch Ovibos, Bubalus (Büffel), Bison (Auer), zu Bos (Ochs) fortschreitet. Im letztern erreicht die steile Stellung der Scheitelbeine ihren äussersten Grad, und diese Umgestaltung des Antilopenschädels wiederholt sich individuell im Kalbe.

Die gewöhnliche Zusammenstellung der Sirenen oder Seekühe mit den Walen war entschieden ein systematischer Misgriff, hervorgegangen aus der einseitigen und dazu nur oberflächlichen Berücksichtigung der Bewegungsorgane. Alle übrigen charakteristischen Merkmale, vor allen Dingen der Bau des Schädels und die Beschaffenheit der Zähne entfernen sie ebenso von den Walen, als sie dieselben den Hufthieren nähern. Wir haben schon im Flusspferd ein fast zum Wasserthier gewordenes Mitglied dieser Ordnung. Von andern unbekannten und wahrscheinlich sehr früh abgezweigten Gattungen ausgehend, haben wir uns die Entstehung der Sirenen zu denken.

Eine sehr ungewisse Stellung nehmen die Hyracoiden ein, gegenwärtig nur durch einige Arten der Gattung Klippdachs (Hyrax) repräsentirt. Wenn man sagt, dass ihre Merkmale theils an die Hufthiere, theils an die Nager, theils an die Insektenfresser erinnern, so ist damit keine Aufklärung gegeben. Bei der grossen Wichtigkeit, welche die Backzähne für die

Entscheidung der Abstammung haben, ist wol der grösste Nachdruck auf die Aehnlickeit derselben bei Hyrax mit denen des Nashorns zu legen, und wir betrachten mithin die Klippdachse als einen Ableger eines alten Hufthierstammes.

Hinsichtlich der Vorfahren der Rüsselträger enthalten wir uns jeder Vermuthung.

Später als die Pflanzenfresser scheinen die Fleischfresser und insonderheit die Raubthiere auf dem Schauplatz der arktischen Thierwelt erschienen zu sein. Gibt man die Möglichkeit zu, wie man wol nicht anders kann, dass Placentabildungen auf verschiedenem Wege entstanden sind, so liegt auch die Möglichkeit vor, dass die Fleischfresser, und freilich auch andere Ordnungen, wie namentlich die Nager, directe Abkommen fleischfressender Beutler sind. Die ältesten bekannten Raubthiere sind katzenähnlich oder gleichen den Viverren und Hyänen. Dann kommen die Hunde, und am spätesten die Bärenartigen. Ein Seitenast sind die Seehunde nach Schädel, Gebiss und Extremitäten. Ohne dass an eine speciellere Verwandtschaft der Ottern mit den Robben gedacht werden kann, erleichtert doch die Vergleichung dieser beiden miteinander die Vorstellung, wie aus wahren Raubthieren und Landthieren die seltsame Gestalt der Seehunde hervorgehen musste.

Wenn sich unsere oben ausgesprochene Vermuthung, dass die Zerreissungen und Abstossungen im Bereiche der Placenta, welche die Erscheinung der Decidua bilden, in stammverwandten Gruppen sehr verschiedenartig ausfallen und in nicht näher verwandten ähnlich werden können, bestätigen sollte, so würden in unserm Stammbaume die Wale in der Nähe der Raubthiere ihren Platz finden. Zwischen einem Löwen und einem Bartenwal liegt freilich in Winkelform eine unübersehbare Anzahl von Zwischenformen. Wir haben uns aber immer gegenwärtig zu halten, dass es sich nicht um die Ueberbrückung der Lücken zwischen den

heutigen, die Enden der Entwickelungsreihen vorstellenden extremen Formen handelt, sondern um das Auffinden der Ausgangs- und Knotenpunkte. Fossile walartige Thiere kennt man aus der Tertiärzeit, so Zeuglodon und Squalodon. Die vorzüglich erhaltenen Reste der erstern kolossalen Gattung werden in Berlin aufbewahrt, wo Johannes Müller ihre Beziehungen theils zu den Robben, theils zu den Walen entdeckte. Die Bezahnung ist robbenartig, im Skelet manches wie bei den Walen, und obgleich den Zeuglodonten eine grosse Reihe von Arten vorangegangen, und eine, wenn auch weniger lange, doch immer noch ansehnliche Reihe gefolgt sein muss, ehe die heutigen Wale daraus hervorgingen, so erscheint eine solche Entwickelung doch höchst wahrscheinlich und natürlich. Die ältern Glieder der eigentlichen Wale sind, wegen der noch vollständigen Bezahnung und der noch verhältnissmässigen Dimensionen des Schädels, die Delphine. Ihnen haben sich die Potwale oder Physeteren angeschlossen, und das späteste Glied sind die Bartenwale. Das geht daraus hervor, weil die Barten sich erst dann entwickeln, nachdem in den Kiefern des Embryo hinfällige Zähne zum Vorschein gekommen waren, ein Erbtheil von den reichlich und zeitlebens bezahnten Vorfahren.

In den sogenannten Halbaffen oder Lemuriden vereinigt das System die heterogenen Reste einer Thiergesellschaft, welche man wegen der greifenden, mit einem opponirbaren Daumen versehenen Hinterfüsse für Ordnungsgenossen der „eigentlichen" Affen hielt. Das sie zusammenhaltende Band ist nicht ihre anatomische Beschaffenheit — sie gehen in Schädelform und Bezahnung weit auseinander —, sondern mehr ihr geographisches, auf Madagascar und einige vorgeschobene Posten Asiens beschränktes Vorkommen; auch hat man sich, was allerdings sehr unwissenschaftlich, durch einen gewissen besonders fremdartigen Eindruck, den sie auf den Beobachter machen, leiten lassen. Ihre Gehirn-

beschaffenheit weist ihnen auf der Leiter der Säugethiere eine sehr tiefe Stufe an. Da sie nun nicht in ihrer Gesammtheit Beziehungen zu einer bestimmten Ordnung der Säuger zeigen, sondern nach den einzelnen Gattungen auf diejenigen Ordnungen weisen, welche allesammt mit ihnen eine kreisförmige Placenta besitzen, so sprechen die meisten Gründe für die Annahme, dass die jetzt lebenden Lemuriden die letzten wenig veränderten Ausläufer einer einst viel reicher entfalteten Abtheilung der Säugethierwelt, und dass Nager, Insektenfresser, Fledermäuse und Affen Zweige dieses Astes sind.

Die Nager sind darum besonders interessant, weil sie mit zäher Festhaltung der höchst charakteristisch ausgebildeten und von mehrern Eigenthümlichkeiten des Schädels begleiteten Bezahnung die ausserordentlichste Anpassungsfähigkeit an Baum und Steppenboden, Land und Wasser zeigen. Die Insektenfresser, obwol nicht entfernt so reich an Arten, bieten ein ähnliches Bild der Anpassungen dar, wodurch ihre Gattungen gleichsam zu Wiederholungen von Nagern geworden sind; und die Fledermäuse können in ihrer am zahlreichsten vertretenen Abtheilung als ein Seitenzweig der Insektenfresser angesehen werden, wenn sie nicht direct aus halbaffenähnlichen Thieren hervorgegangen sind.

Zu welcher geologischen Periode die Herausbildung von Affen aus lemuridenartigen Formen geschehen, wissen wir nicht. Die wenigen bekannt gewordenen fossilen Affen gehören höhern Affenfamilien an und setzen eine lange Reihe von Ahnen voraus. Zu derselben Voraussetzung nöthigt die geographische Isolirung der amerikanischen von den altweltlichen Affen, welche mit erheblichen anatomischen Differenzen verbunden ist, ohne dass es dem Zoologen und vergleichenden Anatomen einfallen könnte, ihre engste systematische Zusammengehörigkeit zu leugnen.

Das Verhältniss der niedrigern Affen zu den höhern bedarf noch weiterer Erörterungen, welche wir mit der Besprechung des Verhältnisses des Menschen zu den Affen verbinden.

XII.

Der Mensch.

Wenn Goethe einmal äussert: „Wir tasten ewig an Problemen. Der Mensch ist ein dunkles Wesen; er weiss wenig von der Welt und am wenigsten von sich selbst“ [78], so wiederholt er ungefähr, was J. J Rousseau im Emil sagt [79]: „Wir haben keinen Massstab für diese ungeheuere Maschine (der Welt); wir können die Beziehungen derselben nicht der Rechnung unterwerfen; wir kennen weder ihre Grundgesetze noch ihren Endzweck; wir kennen uns selbst nicht; wir kennen weder unsere Natur, noch das in uns thätige Princip.“

Solche und ähnliche Citate hält man uns gern entgegen, um damit die Behauptungen über die Beschränktheit unsers Erkenntnissvermögens und die Grenzen der Wissenschaft mundgerecht zu machen und zu bekräftigen. Allein dem vortrefflichen J. J. Rousseau können wir in der Anthropologie unmöglich eine grössere Autorität als einem Kirchenvater beimessen, und dem Goethe, dessen gelegentlich hingeworfene Worte Eckermann der Nachwelt überliefert, stellen wir den andern Goethe entgegen, welcher im Vollgefühl der Jugendkraft ausruft:

Freue dich, höchstes Geschöpf der Natur, du fühlest dich fähig,
Ihr den höchsten Gedanken, zu dem sie schaffend sich aufschwang,
Nachzudenken — [80]

und welcher die schönste Organisation, wie er den Menschen nennt, in völliger Harmonie mit jenem höchsten Gedanken begreift.

Unsern bisherigen Betrachtungen und Ausführungen würde der Abschluss mangeln, sollte der Mensch ausgeschlossen sein, sollte nicht alles, was über Werden und Zusammenhang der Thierheit gesagt ist, auch für die Erkenntniss seines Wesens unmittelbar verwandt werden können und müssen. Alles Unbehagen an der Abstammungslehre, der Zweifel an derselben, der Zorn über sie concentrirt sich auf ihre Anwendbarkeit und vollzogene Anwendung auf den Menschen. Und wenn man uns auch nothgedrungen die Leiblichkeit preisgibt, so soll wenigstens die geistige Sphäre des Menschen ein Unerforschliches, ein Noli tangere für die Naturforschung sein. Vor einigen Jahren noch hatten die Gegner der Descendenzlehre den Trost, dass Darwin selbst über den Menschen sich nicht direct ausgesprochen. Man eiferte über seine Anhänger, welche Darwin überdarwint hätten. Dazu kam das unglückselige Misverständniss, als ob die Vertheidiger der Descendenzlehre das Menschengeschlecht aus der Veredlung vom Orang, Schimpanse oder Gorilla, kurz, von noch lebenden Affen hervorgehen liessen.

Aber jeder einigermassen logische Denker musste vom ersten Auftauchen der darwinistischen Lehre an den Menschen ebenfalls als veränderlich und aus der Veränderlichkeit der Arten hervorgegangen ansehen; und nun hat uns auch Darwin in seinem Werke „Ueber die Abstammung des Menschen“ gesagt, warum er diesen selbstverständlichen Schluss nicht schon in seiner ersten Schrift ausgesprochen habe: er wollte dadurch nicht die Vorurtheile gegen seine Ansicht verstärken und herausfordern; er verschwieg den Schluss als ein Kenner der menschlichen Schwachheit. „Es schien mir hinreichend“, sagt er, „in der ersten Ausgabe meiner «Entstehung der Arten» darauf hinzuweisen, dass durch dies Buch Licht auf den Ursprung des Menschen und seine Geschichte geworfen werden würde, und dies schliesst doch den Gedanken ein, dass der Mensch mit andern organischen Wesen bei jedem all-

gemeinen Schlusse in Bezug auf die Art seiner Erscheinung auf der Erde inbegriffen sein müsse."

Ja, noch weiter ist nun Darwin selbst gegangen; er hat zum Entsetzen aller, die sich den Menschen kaum anders als rasirt und mit dem Complimentirbuch erschaffen denken können, ein allerdings nicht schmeichelhaftes und in manchen Stücken vielleicht auch nicht zutreffendes Porträt unserer muthmasslichen Vorfahren entworfen, auf der Stufe, wo die Menschwerdung erst im Zuge.

Ehe wir das ernste Thema ernst behandeln, gestatten wir uns, ein leichteres Urtheil eines geistreichen Feuilletonisten voranzustellen.[81] „Nehmen wir, blos zum Scherz, an, die Natur, welche wir immer und überall vom Einfachsten bis zum Zusammengesetzten, vom Niedrigen zum Höhern schreiten sehen, hätte diesem Gesetze nicht angesichts des Menschen plötzlich entsagt; sie hätte seinetwegen nicht ihre Entwickelung plötzlich aufgegeben; sie hätte in ihm nicht plötzlich eine neue Schöpfung begonnen, sondern sie wäre hierbei wie bei allem übrigen hübsch sachte, allmählich, natürlich vorgegangen, und der Mensch wäre demnach nichts als das letzte Glied der endlosen Reihe von Thieren, nichts als ein «entwickelter Affe». Das Erste, was sich uns dann aufdränge, würde die Bemerkung sein, dass in den Thatsachen dadurch nicht das Geringste geändert sei, dass der Mensch ganz derselbe bliebe, der er ist, mit derselben Gestalt, demselben Gesicht, demselben Gang, denselben Geberden, denselben Anlagen, Kräften, Gefühlen, Gedanken, und mit derselben Herrschaft über den Affen, wie bisher. Dies ist sehr einfach, sehr selbstverständlich, aber auch sehr wichtig. Denn es gibt ihm, dem Menschen, die starke Empfindung davon, dass er, sowie er jetzt ist, ein ganz eigen geartetes, auch von den verwandtesten Geschöpfen sehr verschiedenes Wesen, und dass diese Eigenart zugleich sein eigenstes Eigenthum ist, er mag es nun als ein fertiges Geschenk empfangen oder

es aus einem niedern Zustande mühsam in Jahrzehntausenden herausgearbeitet haben. Ist nun aber seine gegenwärtige Beschaffenheit durch seinen (vorausgesetzten) thierischen Ursprung nicht im geringsten beeinträchtigt, so können auch seine Ziele und Aufgaben, seine Bestrebungen und Berufsarten, kurz seine ganze Zukunft keine andere sein, als er sie sich seinem ganzen Wesen nach vorstellen und denken muss. Oder sollte der gebildete Theil der Menschheit durch den Gedanken, vom Affen abzustammen, wirklich so tief entmuthigt werden können, dass er, an der Möglichkeit verzagend, seine Bildung, welche ihm keineswegs als reife Frucht in den Schos fiel, sondern die er sich schwer errungen hat, aufrecht zu erhalten und fortzuführen, seinen Handel und Wandel, seine Rechts- und Staatsformen, seine Kunst und Wissenschaft aufgäbe und sich zu dem Austral-Neger herabsinken liesse? Dass er das, wodurch er sich über den Affen so hoch erhoben hat und immer höher erhebt, fahren liesse, weil es ihm einst schwer geworden, sich auch nur um eines Haares Breite über jenen zu erheben? Aber welcher von der Natur zum Herrscher bestimmte Mann hätte deshalb nach der Krone nicht gegriffen, weil sein Vater ein Knecht gewesen? Oder welcher geborene Rafael hätte deshalb Pinsel und Palette weggelegt, weil sein Erzeuger das Handwerk eines Anstreichers ausgeübt? Die Menschheit wird, wie jeder einzelne, ihre Kräfte üben und ausbilden, weil sie sie hat, nicht weil sie sie von da oder dort her hat."

Wir geben solchem flüchtigen Sprühfeuer sein Recht, verlangen aber eingehendere Begründung, um das Endurtheil schöpfen zu können. Denjenigen, welche sich in die Descendenzlehre vertiefen, ist die Anwendung derselben auf den Menschen ein einfacher Deductionsfall aus einem allgemeinen, durch die Methode der Induction gewonnenen Gesetze. Wie Goethe den Zwischenkiefer für den Menschen postulirte, noch ehe er ihn gesehen und nachgewiesen, so muss die Descendenz-

lehre alle ihre Resultate und mehr oder weniger schon klar gelegten Gesetze auf den Menschen übertragen. Die Jnduction wurde durch die gehäuften, sich deckenden, controlirenden und bestätigenden Beobachtungen der vergleichenden Anatomie, der Entwickelungsgeschichte und Paläontologie bewerkstelligt. Es bleibt daher für alle, welche der Wunderglaube und die Unterwerfung unter die Annahme einer Offenbarung nicht befriedigt, nichts übrig, als die Abstammungslehre. Dieselbe auf den Menschen anzuwenden, ist nicht gewagter, ist vielmehr ebenso innerlich nothwendig, als wenn wir Zoologen danach irgendeinen bisher unbekannten Polypen, einen Seestern, eine Maus beurtheilen. Unsere Gegner verneinen das. Der Mensch habe Eigenschaften, welche ihn absolut vom Thier trennen und die Anwendbarkeit der Descendenzlehre, dieselbe überhaupt vorausgesetzt, in diesem einen Falle ausschliessen. Dieser sehr oft zu hörenden Behauptung setzen wir zunächst eine allgemeine Bemerkung, die Auffassung des menschlichen Wesens betreffend, entgegen.

Man pflegt zu übersehen, dass man, ganz abgesehen von der Gültigkeit der Abstammungslehre oder von deren Existenz überhaupt, einer merkwürdigen Inconsequenz hinsichtlich des Begriffes der Menschheit sich schuldig gemacht hat. Die Philosophie der Geschichte hat das Wesen der Menschheit in die Veränderlichkeit, nämlich in das Vermögen zum Fortschritt gesetzt. Wenn man aber irgendwelche untrennbare Abhängigkeit des Geistigen vom Körperlichen zugab, wie es, eine extreme spiritualistische Richtung ausgenommen, geschah, so war doch die Vervollkommnung des Geistesvermögens des Menschengeschlechtes nicht denkbar ohne eine gewisse damit parallel laufenden Umbildung des körperlichen Substrates, welche über die Grenzen der blossen Variabilität hinausging. Selbst unter der Voraussetzung, dass der Geist sein Organ, das Gehirn, sich selbst bilde, hätte man den specifischen Begriff des Menschen

in die Fähigkeit auch zur körperlichen Vervollkommnung gegenüber der vermeintlichen Starrheit des thierischen Organismus setzen müssen. Denn im Princip ist es ja einerlei, ob Arme und Beine sichtbar, oder ob die Moleculen der Gehirnsubstanz für das Auge unsichtbar sich verändern. Wir holen also nur eine Versäumniss der Philosophie nach, wenn wir der körperlichen Veränderlichkeit des Menschen diejenige Ausdehnung zuerkennen, welche ihr aus der Anwendbarkeit der Descendenzlehre auf den besondern Fall zukommt.

Die leibliche Uebereinstimmung zwischen Mensch und Thier lässt für die Abstammungslehre wenig zu wünschen übrig, sodass die Befürchtung des Mephistopheles, es möchte dem grübelnden Menschen am Ende noch vor seiner Gottähnlichkeit bange werden, viel eher auf die Thierähnlichkeit angewendet werden könnte. Der menschliche Leib, wie der jeden Thieres, weist in seiner Ausbildung auf ein Herausarbeiten aus der indifferenten zur specificirten Form. Und wenn die Gesammtanlage des Körpers, die Entwickelung der einzelnen Organe dem Menschen mit allen Säugern, und in den frühern Stadien des embryonalen Zustandes mit allen Wirbelthieren gemein ist und auf diese allgemeine Verwandtschaft führt, so stellt uns das Vorhandensein einer kreisförmigen Placenta, insofern wir nicht eine besondere wiederholte Neuschöpfung dieses Entwickelungsorganes belieben, wobei der Schöpfer sich an das Muster der Placenta der Halbaffen, Nager, Insektenfresser, Fledermäuse und Affen gehalten hätte, vor die Alternative, dass entweder bei der natürlichen, uns unbekannten Entwickelung des Menschen der Zufall oder eine ganz andere Kette von Ursachen zur kreisförmigen Placenta, wie dort, geführt habe, oder dass die Uebereinstimmung in der Blutsverwandtschaft mit den discoplacentalen Säugern ihren Grund habe. Wir haben oben (S. 253) unsere Bedenken ausgesprochen dagegen, dass man aus

der oberflächlichen Uebereinstimmung der Placenta auf die Verwandtschaft von Säugethierordnungen mit Sicherheit schliessen könne, haben uns daher hier, wo wir auf die Uebereinstimmung der menschlichen mit der Affenplacenta Gewicht legen, zu rechtfertigen. Die obengenannten Ordnungen besitzen sämmtlich eine Placenta von geringerer Ausdehnung und scheibenförmiger Gestalt. In der Form dieser Scheibe und in der Vertheilung und Anzahl der Blutgefässe im Nabelstrange, wodurch die fötale Athmung und Ernährung vermittelt wird, kommen mancherlei Varietäten vor. So zerfällt in der Familie der pithecoiden Affen die Placenta in zwei Scheiben, während die Nabelstranggefässe mit denen des Menschen übereinstimmen; bei den amerikanischen Affen dagegen ist die Placenta einfach und die Gefässe verhalten sich abweichend. Ueber diese Organe beim Orang und Gorilla wissen wir nichts; aber der Schimpanse stimmt darin mit dem Menschen überein, dass er eine einfache scheibenförmige Placenta hat mit zwei zuführenden Gefässen (2 arteriae umbilicales) und einem zurückführenden (vena umbilicalis).

Bei allgemeiner Gleichförmigkeit der menschlichen Placenta mit derjenigen der discoplacentalen Säuger steht der Mensch speciell wenigstens einem der sogenannten anthropomorphen Affen näher, als dieser den übrigen Affen. Und so ist allerdings die Beschaffenheit der Placenta von grosser Bedeutung für die Beurtheilung der systematischen Stellung des Menschen. So ungeheuer unwahrscheinlich jener oben in Betracht gezogene Zufall, so wahrscheinlich, so einzig annehmbar ist die Blutsverwandtschaft, und mit Berücksichtigung der gesammten Organisation muss bei einer speciellen Vergleichung des Menschen mit den Säugethieren der Affe in den Vordergrund treten.

Diese Vergleichung ist ausgezeichnet durchgeführt worden von Huxley und Broca.[82] Der letztere hat sich die Aufgabe gestellt, abgesehen von allem Prin-

cipienstreit und unbekümmert um die Abstammungslehre, als rein beschreibender Anatom und Zoolog zu untersuchen, ob die anatomische Beschaffenheit des Menschen, verglichen mit derjenigen der Affen, nach allgemeinen zoologischen Grundsätzen die Vereinigung beider zu einer Ordnung — Primaten — rechtfertige. Huxley zeigt, dass die anthropomorphen Affen (Gibbon, Schimpanse, Orang, Gorilla) von den niedrigen Affen viel mehr abweichen als vom Menschen, und dass, wenn man sich zur Annahme der Blutsverwandtschaft sämmtlicher Affen unter sich genöthigt sieht, die gemeinsame Abstammung der anthropomorphen Affen und des Menschen mindestens ebenso natürlich sei.

Zwischen den Endgliedern der systematischen Affengruppen, z. B. zwischen den amerikanischen Sahuis und den altweltlichen Pavianen und den Anthropomorphen, bestehen höchst erhebliche Differenzen, sowol in der Beschaffenheit der Gliedmassen und der andern Theile des Skelets sammt der dazu gehörigen Weichtheile, namentlich der Muskulatur, als in der Bezahnung und Gehirnbildung. Es ist falsch, die Affen Vierhänder zu nennen, vielmehr tritt innerhalb der Ordnung der Affen der Gegensatz zwischen Hand und Fuss in ihren wesentlichen anatomischen Attributen hervor, und hat bei den anthropomorphen Affen, am entschiedensten beim Gorilla, fast dieselbe Ausprägung, wie beim Menschen.

Der durch seine sorgfältigen Schädelmessungen bekannte Anatom Lucä will in der Stellung der Schädelachse eine höchst wichtige Marke zwischen Menschen und Affen sehen. Bei den Affen nämlich liegen die drei, die Schädelachse bildenden Knochen, unteres Hinterhauptsbein und die beiden Keilbeine, fast in einer Linie gestreckt, während beim Menschen eine doppelte Knickung dieser Achse eintritt; und zwar vergrössern sich mit dem Alter bei den Affen die Winkel, welche beim Menschen kleiner werden, und umgekehrt. Auch stellt sich das Hinterhauptsloch beim Menschen mit

dem Alter horizontaler, beim Affen steiler. Allein das alles zeigt nur, was die Descendenzlehre behauptet, dass beide Reihen, Affe und Mensch, auseinandergehen und die jugendlichen Individuen sich mehr gleichen als die alten, dass der Affe, indem er wächst, thierischer, der Mensch, wie schon das Räthsel der Sphinx andeutet, menschlicher wird. Die Knickung des Grundbeines und die horizontale Stellung des Hinterhauptsloches hat den aufrechten Gang im Gefolge, womit die völlige Scheidung von Hand und Fuss sich vollzieht. Jene Knickung der Schädelachse mag daher immerhin als menschlicher Charakter den Affen gegenüber hervorgehoben, ein besonderer Ordnungscharakter kann daraus schwerlich abgeleitet werden, und zumal für die Abstammungsfrage scheint uns dieser Umstand nicht im geringsten entscheidend zu sein.

Die anthropomorphen Affen stehen nicht nur in Beziehung auf Hand und Fuss, sondern auch auf Gebiss und Gehirnbildung dem Menschen viel näher als jenen niedrigen, den breitnasigen neuweltlichen Affen. Diese nämlich haben sechs Backzähne und ihr Gehirn zeigt die Unvollkommenheiten des Gehirns der Halbaffen und der Nagethiere. Mit den Affen der *Alten Welt* haben dagegen die anthropomorphen Affen fünf Backzähne, und jeder Theil des menschlichen Gehirns, bis auf den kleinen Pferdefuss, ist bei ihnen auch vorhanden. Der Streit um diesen unbedeutenden Hirntheil, welchen R. Owen als ein ausschliesslich menschliches Merkmal ansprach, hat nur noch ein historisches Interesse, nachdem es mit dem hintern Horne der seitlichen Hirnhöhlen durch eine Reihe der ausgezeichnetsten Anatomen bei Orang und Schimpanse nachgewiesen ist. Und so bleiben für denjenigen, welcher von der Hoffnung auf specifische Unterschiede zwischen Menschen- und Affenhirn nicht lassen will, nur die an der Oberfläche des grossen Gehirnes befindlichen Furchen und Erhebungen, die sogenannten Gehirnwindungen übrig. Aber auch hier sucht man vergeblich

nach fundamentalen Unterschieden, wofern man nicht darauf das Hauptgewicht legen will, dass beim menschlichen Embryo die Faltung des Gehirns mit den Stirnlappen, beim Affen mit den Schläfenlappen beginnt. Die constanten, allen menschlichen Gehirnen gemeinsamen Hauptwindungen zeigen sich auch bei Orang und Schimpanse. Diese Windungen verlieren sich, oder vielmehr sind unvollkommener vorhanden bei den, den Anthropomorphen näher stehenden Affen, sie fehlen ganz bei den Ouistitis. So gross aber ist die Aehnlichkeit der Gehirnoberfläche der beiden genannten Affen mit der des Menschen, dass es, wie Broca sagt, „des Auges eines geübten Anatomen bedarf, um nach Zeichnungen, welche auf dieselbe Grösse reducirt sind, ihr Hirn von menschlichen Hirnen zu unterscheiden — besonders wenn man zu Vergleichsobjecten Hirne von Negern oder Hottentotten nimmt, die einfacher sind als die der Weissen". Einen äussersten Versuch zur Rettung specifischer menschlicher Hirncharakter machte der zu früh verstorbene pariser Anatom Gratiolet. Der Mensch sollte sich durch eine der sogenannten Uebergangsfalten unterscheiden. Diese Uebergangsfalten sind Windungen, durch welche der hintere Lappen des grossen Gehirns mit den vordern und seitlichen Theilen verbunden wird. Allein Broca hat sehr lichtvoll ausseinandergesetzt, dass es sich mit diesem wie mit den andern Merkmalen verhält, z. B. das Verhalten der Uebergangsfalten des Orang vielmehr denen des Menschen, als denen des Schimpanse gleicht, und dass überhaupt die vorhandenen Unterschiede höchstens den Werth von Art- und Gattungscharakteren haben können.

Der Abstand zwischen den niedern und den höhern Affen ist weit grösser als zwischen letztern und dem Menschen, und wenn über die Blutsverwandtschaft der gesammten Affenheit nach darwinistischer Anschauung entschieden ist, so kann um so weniger über den verwandtschaftlichen Zusammenhang der altweltlichen Affen

mit dem Menschen ein Zweifel sein. Die Form des fertigen Schädels und des Gebisses, um diese Organe hervorzuheben, lassen aber den Gedanken gar nicht aufkommen, dass der Mensch seine unmittelbaren Ahnen unter den jetzt lebenden Affen hätte. Der wohlfeile, mit vielem Behagen vorgebrachte Witz, warum man denn nicht das interessante Schauspiel der Umwandlung des Schimpanse in einen Menschen, oder des Menschen rückwärts durch Verkümmerung in einen Orang vor sich gehen sähe, zeugt von nichts als der gröbsten Unwissenheit in Angelegenheit der Descendenzlehre. Sowenig als einer dieser Affen zum Zustande seiner Urvorfahren zurückkehrt, weil er sich seiner erworbenen und durch die Vererbung fixirten Eigenschaften nicht entäussern kann, es sei denn auf dem Wege der Verkümmerung — womit nichts weniger als ein Urzustand erlangt wird —: ebenso wenig kann er über sich hinaus zum Menschen werden; denn der Mensch liegt eben nicht in gerader Entwickelungsrichtung vor ihm. Die Entwickelung der menschenähnlichen Affen hat einen Gang genommen abseits von den nächsten menschlichen Vorfahren, und der Mensch kann ebenso wenig sich in einen Gorilla umformen, als ein Eichhörnchen sich in eine Ratte verwandeln wird. Der Affenverwandtschaft des Menschen wird daher kein Eintrag gethan durch die bestialische Stärke des Gebisses des ausgewachsenen männlichen Orangs oder Gorillas, durch die Leisten und Auftreibungen an den Schädeln dieser Thiere. Ein namhafter Zoolog, einer der wenigen, welche beim alten Glauben geblieben, hat sich die unnütze Mühe gegeben, nachzuweisen, dass der Orangschädel sich unmöglich in das Menschenhaupt umwandeln könne. Als ob je die Descendenzlehre solchen Unsinn behauptet hätte! Der knöcherne Schädel jener Affen ist bei einem Extrem angelangt, vergleichbar dem des Hausrindes. Dieses Extrem tritt aber erst nach und nach im Verlaufe des Wachsthums hervor, und das Kalb weiss davon

noch wenig, sondern besitzt, wie wir schon oben erwähnt, die Schädelgestalt der antilopenartigen Vorfahren. In den heutigen Antilopen, auch noch bei den Ziegen und Schafen ist jene beim Kalbe vorübergehende Form stabil geblieben. Indem nun der jugendliche Schädel der anthropomorphen Affen unwiderleglich deutlich die Abkunft von Vorfahren mit einem wohlgeformtern, noch bildsamen Schädel und einem, dem menschlichen ganz nahe stehenden Gebiss zeigt, so hat bei ihnen die Umformung dieser Theile mit dem Gehirn, letzteres wegen des stabil gebliebenen geringen Volumens, einen sozusagen verhängnissvollen Weg eingeschlagen, während in dem menschlichen Zweige die Selection in der grössern Conservirung jener Schädeleigenschaften wirkte.

Hiermit fällt auch der noch jüngst von dem ehrwürdigen Karl Ernst v. Bär erhobene Einwurf, dass man sich nicht vorstellen könne, wie aus dem zum Klettern und Umfassen eingerichteten Fusse des Affen der zum platten Auftreten und Gange geschickte Menschenfuss sich im Kampfe ums Dasein habe entwickeln sollen, in sich zusammen. Die Anlage, die grosse Zehe den übrigen entgegenzusetzen, also zum Greiffuss, ist bekanntlich auch dem Menschen eigen, und diese Anlage ist jedenfalls ererbt. Wie weit aber die Fähigkeit zum Klettern bei den Urahnen ausgebildet sein mochte, ist ebenso unbekannt, als diese Urahnen selbst. Es steht demnach die Geschicklichkeit der meisten heutigen Affen im Klettern mit dem Ungeschick des Menschen hierzu nur im entfernten Zusammenhange, und kommen diese Eigenschaften bei der Beurtheilung der Blutsverwandtschaft kaum in Betracht.

Indem die Descendenzlehre einen gemeinschaftlichen Ursprung des Menschen und der menschenähnlichen Affen in logischer Schlussfolge fordert, weist sie, wie nochmals hervorzuheben eigentlich überflüssig, die unverständige Forderung nach Zwischenformen zwischen Mensch und Gorilla zurück. Was künftige Zeiten

vielleicht noch entdecken, sind Zwischenformen, welche zu der gemeinschaftlichen Ausgangsform der heutigen Affen und des Menschen zurückgehen. Und so besteht trotz der intimsten bisher besprochenen Beziehungen die Kluft, welche etwa in dem Verhältniss des Gewichtes des niedrigsten bisher gemessenen Menschengehirnes zu dem des Gorillagehirnes ihren Ausdruck findet. Das Gewicht eines, nach ihrer Stammesweise noch normal fungirenden Buschmannweibes betrug 872 Gramm (Cuvier's Gehirn wog 1629 Gramm), das eines Gorilla lässt sich nach der Capacität des Schädels auf etwa 563 Gramm schätzen; das ergibt das ungefähre Verhältniss von 3 : 2. Allein wie erhaben der Mensch in seiner Leiblichkeit sich über dem Thiere fühlen mag, auch hierin macht er für sich keine Ausnahme, insofern ja zahlreiche Thierformen zu ihren unverkennbar nächsten Verwandten eine ebenso isolirte Stellung einnehmen.

Werden wir an eine doppelte Schöpfung der Wirbelthiere denken, weil der Lanzettfisch jetzt um eine ganze Stufenleiter nicht mehr vorhandener Zwischenformen von den Fischen absteht? Sehr lehrreich für unsern Fall ist unter anderm das Beispiel *des Pferdes*. Vergegenwärtigen wir uns, dass diese Gattung sich in der Beschaffenheit der Gliedmassen und des Gebisses von allen jetzt lebenden Pflanzenfressern viel bedeutender unterscheidet, als der Mensch vom Affen. Hätte man die fossilen Hufthiere, welche den gemeinsamen Ursprung des Pferdes mit den Zwei- und Mehrhufern klarlegen, nicht gefunden, so würden wir gleichwol das Pferd für keine besondere Wunderschöpfung halten, sondern seine wirkliche Verwandtschaft mit den übrigen Hufthieren unanfechtbar deduciren. Diese reine Deduction ist aber deshalb nicht nöthig, weil die Vorfahren des Pferdes in ausgezeichneten Ueberresten da sind und, wie wir früher sahen, schon vor einem halben Jahrhundert in R. Owen die Ueberzeugung von einer directen Verwandlung der dreizehigen

Gattungen in die einzehige hervorriefen. Das Bekanntwerden der dreizehigen Pferde ist ein Glücksfall; sie waren in Theilen Europas heimisch, welche am fleissigsten für die Paläontologie blossgelegt und durchwühlt wurden.

Dass uns aber die fossilen Vorfahren des Menschen in den Museen noch fehlen, ist nicht auffallender als der bisherige Mangel der Zwischenformen, welche z. B. die Stellung des Dinotherium im System endgültig entscheiden würden. Auch auf den Elefanten weisen wir nochmals hin, der mit dem ihm nächstverwandten Mastodon eine viel isolirtere, durch keine Fossile erläuterte Stellung zu den andern Dickhäutern einnimmt, als der Mensch zu den Affen. Wir wollen damit erörtert haben, dass der Einwurf, der Mensch verrathe durch unüberbrückte Eigenthümlichkeiten — aufrechten Gang, relative Haarlosigkeit, Kinn, Uebergewicht des Gehirns u. a. — eine absolute Sonderstellung, für die vergleichende Anatomie und Paläontologie nicht besteht, und dass das Verlangen, die Anhänger der Descendenzlehre möchten doch die nothwendig einst vorhanden gewesenen Zwischenformen vorzeigen, nur von solchen Dilettanten erhoben werden kann, denen das Reich des Lebendigen in seiner Ganzheit ein verschlossenes Buch geblieben.

Wie wir nun oben bemerkten, lässt man sich wol herbei, wie man sagt, die Leiblichkeit des Menschen der Naturforschung preiszugeben, um die andere Seite des Dualismus desto gewisser zu retten. Aber auch hierin lassen wir uns das Wort und eigenes Urtheil nicht nehmen. Die geistigen Kräfte des Menschen sind in ihrem Entstehen, Wachsen und Wirken der Naturforschung auch zugänglich, und nur zu lange meinte die Psychologie der Physiologie entrathen zu können. Gehen wir also getrost an eine kurze Prüfung.

Man gibt allgemein zu, dass eine gewisse Verwandtschaft oder Analogie des seelischen Vermögens der höhern Thiere mit dem Menschen bestehe. Nur die

Vernunft, sagt man, der Inbegriff der Seelenthätigkeiten, womit der Mensch zum Selbstbewusstsein gelangt und sich zum Abstracten erhebt, Begriffe combinirt, namentlich religiöse, in Kunst und Wissenschaft lebt, diese Vernunft besitze das Thier nicht. Wir erwidern, dass allerdings diesen Grad der geistigen Entwickelung die Thiere nicht besitzen, aber auch der Mensch nicht auf niedern Entwickelungsstufen.

Die Seele des neugeborenen Kindes ist in ihren Aeusserungen von der des jungen Thieres gar nicht verschieden; ihre Aeusserungen sind Functionen des kindlichen Nervensystems; mit diesem wachsen sie und entwickeln sich zugleich mit der Sprache. Die Stufe, bis wohin im allgemeinen diese Entwickelung steigt, ist von den vorausgegangenen Generationen abhängig. Die Seelenfähigkeiten jedes Individuums tragen den Stammestypus an sich und sind durch die Gesetze der Vererbung bestimmt. Denn es ist einfach nicht wahr, dass unabhängig von Farbe und Abstammung jeder Mensch unter übrigens gleichen Bedingungen eine gleiche Höhe der geistigen Entwickelung erreichen könne. Man hält uns, um diese principielle Gleichheit der Menschheit zu beweisen, einzelne Beispiele begabter Neger und Indianer vor. Allein diese haben ungezählte Generationen, geübt in vielfacher Industrie, gewandt in einem, wenn auch einseitigen Menschenverkehr, hinter sich; und wenn man diese seltenen Phänomene gründlich untersucht, so bleiben sie doch hinter den Durchschnittsindividuen der vorgeschrittenen Rassen zurück. Nun macht allerdings in jeder Rasse jedes Individuum die untern Stufen der Leiter geistiger Entwickelung durch, welche, durchaus analog den anatomischen Entwickelungsgesetzen, allgemeine Geltung haben, während nach oben die psychologischen Sonderheiten der Rasse zur Geltung kommen. In der Menschheit aber ist es wie im Individuum: sie hat sich im Verlaufe der Zeit die

höhern Geistesfähigkeiten errungen, die wir in der Vernunft zusammenfassen.

Die Geschichte zeigt, wie niemand leugnet, einen geistigen Fortschritt, aber nur bei Völkern, welche an der Geschichte selbst sich betheiligt haben, und nur so lange, als diese Betheiligung und die Uebung der Geistesorgane stattfand. Es gibt aber auch niedrige Menschenrassen, wir können sie auch Menschenarten nennen, die sich zu den andern ähnlich verhalten, wie niedrige Thiere zu höhern. Man könnte sogar die Menschengattung damit charakterisiren, dass ihre Arten so ganz ausserordentlich verschiedene Stufen des Geisteszustandes einnehmen. Wir lassen uns durch die gegentheiligen Behauptungen von Missionaren und andern Menschenfreunden, durch das Reden von Menschenwürde und Gottähnlichkeit nicht irremachen, auch nicht auf die noch zu erwartende Entwickelung aller bisjetzt zurückgebliebenen Völker vertrösten. Selbstverständlich ist es zwar aus der Descendenz- und Selectionstheorie, dass viele der gegenwärtig in geistiger Hinsicht tief zurückstehenden Stämme es künftig viel weiter gebracht haben werden. Für andere aber, wenn wir die Ethnographie und Anthropologie der Naturvölker nicht vom Standpunkt des Philanthropen und Missionars, sondern des kühlen und nüchternen Naturforschers betrachten, ist infolge ihres, von den allgemeinen Entwickelungsverhältnissen geregelten Zurückbleibens das Unterliegen im Kampfe um das Dasein der natürliche Verlauf der Dinge.

Wenn wir den geistigen Zustand der Menschheit untersuchen und mit den Seelenfähigkeiten der Thiere vergleichen, so dürfen wir nicht den europäischen oder indischen Durchschnittsmenschen zum Massstab nehmen, sondern jene Austral- und Papuastämme, die zum Theil auch körperlich auf einer Stufe zurückgeblieben sind, welcher die übrigen begünstigten längst in vorhistorischen Zeiten entwuchsen. Allerdings machen viele es sich leicht, indem sie, von einer egalisirenden

Menschenwürde, wie von einem nicht weiter zu begründenden Dogma überzeugt, für alle jene tief unten gebliebenen Rassen die Redensart bereit haben, man könne nicht zweifeln, dass sie aus einer einst reichern Geistesentwickelung zurückgebildet und zur Barbarei herabgesunken seien. Allein, wenn man diese Möglichkeit für einzelne Stämme, wie die Feuerländer, zugeben könnte, für die andern, z. B. die Australier, mangelt jeder wirkliche Beweis dieses ehemaligen menschenwürdigern Zustandes.

Die höhern geistigen Vorzüge, welche den Menschen vom Thiere trennen sollen, drehen sich um etwa folgende Punkte.

Der Mensch allein, heisst es, sei entwickelungsfähig oder fortschrittsfähig. Specifisch menschlich ist aller durch die menschliche Sprache — denn auch viele Thiere besitzen die Gabe der Mittheilung — bedingte und vermittelte Fortschritt. Wenn wir uns aber den Menschen nicht als von Ewigkeit her fortschreitend denken wollen, so fragt es sich, wie der Anfang dieses Fortschrittes beschaffen war, und so reducirt sich die ganze fundamentale Angelegenheit auf die Frage nach dem Ursprung der Sprache. Wir kommen darauf zurück. Fortschritt im allgemeinen ist aber auch dem Thiere nicht abzusprechen. Wer kann in Abrede stellen, dass einzelne Hunderassen, deren Abstammung von stupiden Schakalen und Wölfen so gut wie sicher, sich geistig hoch über diese Vorfahren erhoben haben? Wer kann zweifeln, nachdem er die reichhaltigen Untersuchungen von H. Müller, dem Bruder unsers Fritz Müller, gelesen, dass die Honigbiene, indem sie allmählich ihre körperlichen Vorzüge und Eigenthümlichkeiten erreichte, auch die ihrem feiner und detaillirter organisirten Gehirn entsprechenden höhern Geisteskräfte entwickelte. Der Mensch, das ist unser, vorbehaltlich der Sprachfrage, aufzustellender Satz, ist nur durch den Grad und das Mittel des Fortschrittes von vielen Thieren verschieden. Es

ist nämlich unwissenschaftlich, hierbei abstract Menschheit und Thierheit gegenüberzustellen.

Der Mensch allein, wird weiter behauptet, hat freien Willen. Insofern der höher entwickelte Mensch nach philosophischen, sittlichen und religiösen Grundsätzen handelt, welche er der Erziehung und Unterweisung verdankt, insofern er Ideale fassen und ihnen nachstreben kann bei geistiger und körperlicher individueller Befähigung, mag man dieses Gebiet des Willens gern zugeben, obschon wir wissen, dass auch diese „Freiheit" das Gesammtresultat natürlicher Ursachen ist. Je einfacher und einförmiger aber die Lebensbedingungen, desto mehr verlieren die Handlungen des Menschen den Anschein und den Charakter der Freiheit, und desto mehr handelt das Individuum nur im Stammeswillen, ich möchte sagen, im Heerdenwillen, das heisst instinctiv. Es handelt alsdann nicht einmal mit der staunenswerthen Ueberlegung, mit welcher einzelne glücklich organisirte Thierindividuen oder alle Individuen einzelner Arten sich in scheinbar ganz freiem Willen die Umstände zu Nutze machen. Der freie Wille des ethisch erhobenen Menschen ist kein Gemeingut aller Menschen.

Der Mensch allein, und alle Menschen sollen ein Gewissen haben. Wir meinen dagegen, dass das Gewissen, welches bekanntlich auch in den civilisirtesten Staaten vielen Individuen total abhanden kommt, überhaupt gleich dem sittlichen Willen ein Erziehungsresultat einzelner Rassen und Stämme sei. Furcht, nach schlechter That ertappt zu werden, ist kein Gewissen; und dass wohlerzogene Hunde Regungen der Gewissensscham haben, welche hoch über der thierischen Furcht wilder Kannibalen nach vollbrachter Tödtung ihrer Mitmenschen stehen, kann unmöglich geleugnet werden. Die Belege hierzu sind überreich in dem anthropologischen Sammelwerke von Waitz aufgespeichert.

Auch dass ein Gottesbewusstsein Grund-

eigenthum aller Menschen, stellen wir in Abrede. Es ist eben wiederum eine feststehende Phrase, dass auch die rohesten Völkerschaften von einem, wenn auch dunkeln Gefühle und Drange nach dem unbekannten Gotte geleitet würden. Diese Annahme ist so alt, als der bekannte Versuch des Beweises vom Dasein Gottes: „De quo omnium natura consentit, id verum esse necesse est.“ (Worin alle in angeborener Weise übereinstimmen, das muss wahr sein.) Wie oft ist diese ciceronische Sentenz gedankenlos nachgesagt worden! Es ist aber dieser Gottesbegriff ebenso wenig angeboren, als die Unterscheidung von gut und böse durch das Gewissen. Andere behaupten das Gegentheil. So sagt Gerland von den Australiern[83]: „Nirgends zeigt sich die Behauptung, dass der australische Bildungszustand auf eine höhere Stufe hinweist, klarer wie hier (im religiösen Gebiet), wo alles einzelne wie verhallende Stimmen aus früherer reicherer Zeit herüberschallt, wir aber keineswegs den Eindruck erhalten, als hätten wir es mit Halbentwickeltem, Stehengebliebenem zu thun. Daher ist denn diese Ansicht, die Australier hätten keine Spur von Religion oder Mythologie, eine durchaus falsche. Aber freilich ist diese Religion ganz ausgeartet, ganz zu Grunde gegangen in wilder, zusammenhangsloser, oft unglaublich abgeschmackter Dämonologie, in abergläubischer Gespensterfurcht.“

Wenn aber wenige Zeilen später in dem citirten Werke mitgetheilt wird, dass die Eingeborenen westlich der Liverpoolkette alles in der Natur, was sie sich nicht selber erklären können, auf „Devil-Devil“ zurückführen, und dass dies offenbar nur ein aus dem Englischen *devil* (Teufel) abgeleiteter Name einer Gottheit sei, welche allerdings nicht mehr deutlich vorgestellt würde, so dürfen wir wol von der Seichtigkeit dieses Beweises für die Annahme eines ehemaligen, nun aber in Vergessenheit gerathenen höhern Standpunktes auf die übrigen Fälle schliessen. Wir haben

weit mehr Veranlassung, diesen niedrigen Stand der geistigen Entwickelung mit der körperlichen in Einklang zu finden, wenn wir hören, dass die Eingeborenen des Vincentgolfes und der Umgebung von Adelaide eine sehr starke Behaarung haben, und dass selbst das braun gefärbte Flaumhaar der Kinder so reichlich und lang ist, dass die Haut fünf bis sechsjähriger Jungen ein fellartiges Aussehen annimmt. Aller Erfahrung und Geschichte entgegen sollen wir aber glauben[84], dass die Bewohner des australischen Nordens die ursprünglichsten seien, denn — „sie sind, wie die gebildetsten, so auch körperlich und geistig am besten entwickelt, sie die allein sesshaften; und jedenfalls ist die Annahme leichter und naturgemässer, dass die übrigen Eingeborenen bei ihren ewigen Wanderzügen verkommen sind, als dass jene, durch das bequemere Land fixirt, sich gehoben hätten".

Das heisst das, was man bisher Anthropologie genannt, auf den Kopf stellen. Uebrigens gibt es sogar recht vorgeschrittene Völkerschaften ohne Gottesbewusstsein. Schweinfurt erzählt, dass die Niam-Niam, jenes höchst interessante innerafrikanische Zwergvolk, ein Wort für Gott nicht haben, also wol auch den Begriff nicht; und Moritz Wagner hat eine ganze Auswahl von Nachrichten über den Mangel religiösen Bewusstseins niedriger Völker gegeben.[85] Wenn trotzdem allen diesen Bekräftigungen immer wieder entgegengesetzt wird, dass sich doch auch bei den niedrigsten Wilden irgendwelch dunkles Gefühl von höhern Mächten manifestire, so kommt der Streit schliesslich auf eine Silbenstecherei hinaus, welche für die Descendenzlehre weiter kein Interesse hat.

Und doch können wir diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne noch eine zwar allbekannte, aber in diesem Zusammenhange auffallenderweise noch nicht benutzte Thatsache zu berühren, welche, wie es scheint, allein hinreicht, um die Behauptung zu entkräften, dass der Gottesbegriff der menschlichen Natur immanent

sei. Wir meinen die Thatsache, dass viele Millionen aus den gebildetsten Völkern, und darunter die ausgezeichnetsten, klarsten Denker, den persönlichen Gott nicht in ihrem Bewusstsein finden, die Millionen, als deren Sprecher der heldenmüthige David Strauss aufgetreten, indem er Ulrich's von Hutten, seines Lieblings, Devise zur seinigen machte: Ich hab's gewagt — Jacta est alea!

Aber die Sprache?! Alle Sprachforscher der neuern Zeit stimmen darin überein, dass die Sprachen sich entwickeln, und dass höchst wahrscheinlich alle Sprachfamilien drei Stufen durchmachen. Auf derjenigen der isolirenden Sprachen sind alle Wörter Wurzeln, und diese werden blos nebeneinander gestellt. Auf der zweiten Stufe, der der agglutinirenden Sprachen, definirt eine Wurzel die andere, und es wird die definirende Wurzel schliesslich blos determinirendes Element. Endlich in den flectirenden Sprachen wird das determinirende Element, dessen determinirende Bedeutung längst aus dem Volksbewusstsein geschwunden, mit dem formellen zu einem Ganzen vereinigt. Wie gesagt, diese Entwickelung, in welcher auch die Rückbildung ausgedehnt sich geltend macht, wird allgemein zugegeben. Allein über die Entstehung des Sprachmaterials, welches als „Wurzeln" den Scharfsinn der Forscher herausfordert, weichen die Ansichten ab. Eine grosse Autorität, Max Müller [86], sieht in dem Vorhandensein der Wurzeln den Beweis der absoluten Trennung des Menschen vom Thier. Während Locke sagt, der Mensch unterscheide sich vom Thier dadurch, dass er allgemeine Begriffe bilden könne, müsse der Sprachforscher sagen, die menschliche Sprache unterscheide sich von der thierischen Fähigkeit zu Mittheilungen dadurch, dass sie Wurzeln bilde. Alle Wörter auf Nachahmungs- und Ausrufungslaute zurückzuführen, sei unzulässig, da man vielmehr am häufigsten auf Wurzeln von fester Form und allgemeiner Bedeutung komme, die an sich unerklärbar seien. In dem Vorhandensein dieser fertigen Wurzeln, vor welchen die

Sprachforschung rathlos stehen bleibe, sei ein unübersteigliches Hinderniss, den Menschen als Glied in der allgemeinen Entwickelung der Organismen aufzufassen.

Abgesehen von diesem Punkte gibt der berühmte Gelehrte natürlich alle jene Erscheinungen der Vererbung, der Erwerbung, der Verkümmerung zu, die in den Sprachgesetzen sich aussprechen und ihre vollkommensten Analogien in unserer Descendenzlehre finden. Wenn wir z. B. das Zend mit dem Sanskrit vergleichen, gewisse Worte desselben erklären hören, so werden wir durchaus an die rudimentären Organe und ihre Deutung erinnert. Eine Menge von Anomalien sind gleich den in der Gegenwart isolirt stehenden Organismen uralte, ganz eigens normale Ueberbleibsel und Zeugen vergangener Sprachperioden. Kurz, bis ins einzelnste hinein stösst man in der Sprachforschung auf Uebereinstimmung und Analogie mit der Lehre der Abstammung der Organismen. Und da sollen wir vor dem Ursprung der Sprache als vor einem Unbegreiflichen, Unerforschlichen halt machen?!

Das thun denn auch die meisten Sprachvergleicher der Gegenwart nicht. Wenn Max Müller die Wurzeln „phonetische Grundtypen" nennt, „die durch eine der menschlichen Natur innewohnende Kraft hervorgebracht werden"; wenn nach ihm der Mensch „in einem vollkommenern Zustande das Vermögen besessen haben soll, den vernünftigen Conceptionen seines Geistes einen bessern, feiner articulirten Ausdruck zu geben", so bezeichnet der geniale Lazarus Geiger[87] die Annahme eines jetzt erloschenen Vermögens zur Sprachbildung und die damit zusammenhängende von einem vollkommenern Urzustande als eine Zuflucht zum Unbegreiflichen und eine Rückkehr auf einen mystischen Standpunkt. Denn das Unbegriffene ist nicht das Unbegreifliche. Es ist nicht unsere Sache, Partei zu nehmen für Geiger, der die Gesichtswahrnehmungen beim Hervorrufen der Worte wesentlich betheiligt sein lässt, oder für Bleek, G. Curtius, Schleicher, Steinthal und

so viele andere, welche der Schallnachahmung den ersten Platz in der Spracherweckung einräumen. Soviel steht jedoch fest, dass der Standpunkt Max Müller's zwar sehr vielen, welche nicht selbst Kritik üben, ein sehr bequemer zum Nachbeten ist, aber ein vereinsamter innerhalb der Wissenschaft, und dass die Ueberzahl der Autoritäten auf diesem der Naturforschung so innig verwachsenen Gebiete sich aus sprachvergleichenden und sprachphilosophischen Gründen zu dem Schlusse genöthigt sah, dass aus dem vernunftlosen Urzustande menschenähnliche Wesen allmählich zu Menschen wurden, indem mit der Sprache, einem Werke von vielen Jahrtausenden, die Vernunft sich einfand.

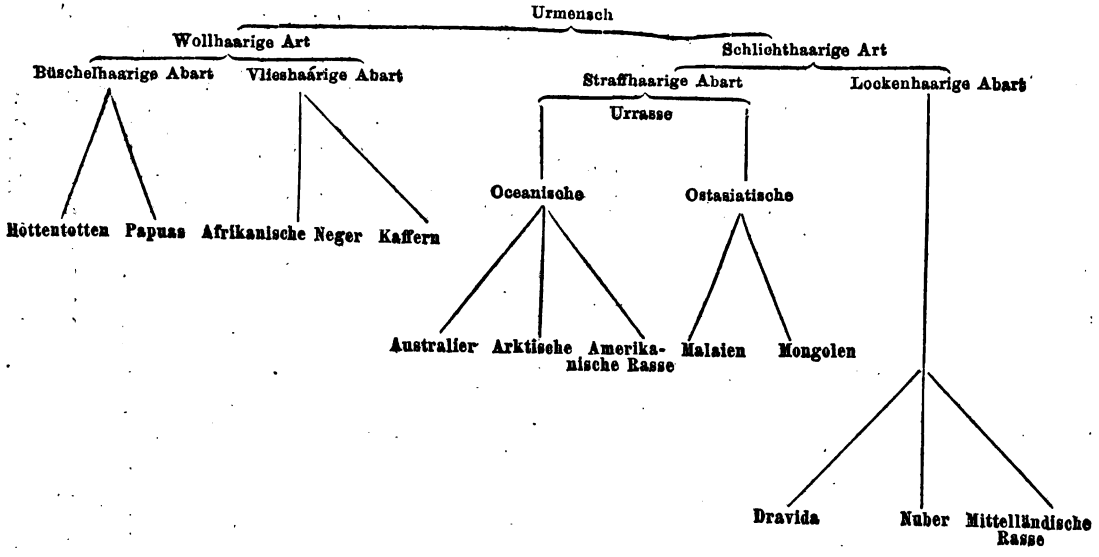
Schon 1851, als es von der Descendenzlehre noch ganz still war, sagt Steinthal[88]: „Indem Sprache wird, entsteht Geist.“ Zehn Jahre nach Darwin's Auftreten schreibt Geiger: „Die Sprache hat die Vernunft geschaffen; vor ihr war der Mensch vernunftlos.“ Ihm und allen, welche den mystischen Standpunkt überwunden, ist die Menschheit „eine in der Entstehung und Enfaltung ihres Sonderwesens aus der Thierheit heraustretende Gattung“. Und dieser Schluss ist nicht entlehnt, wie die Orthodoxie und Reaction gern der Menge aufbinden, ist nicht entlehnt dem Darwinismus, sondern von der Sprachforschung auf ihrem eigenen Wege, aber mit naturwissenschaftlicher Methode deducirt. Es sei nur angedeutet, wie Geiger an vielen Beispielen historisch nachweist, dass „langsame Entwickelung, der Hervortritt des Gegensatzes aus unmerklichen Abweichungen die Ursache ist, dass dasselbe Wort verschiedene Bedeutung erlangt“, dass also Sprachschöpfung auf diesem Process beruht, nirgends katastrophisch eintritt; dass die sogenannten Lautgesetze Lautgewohnheiten sind, dass die Sonderbedeutung, die ein Laut im Laufe der Zeiten schliesslich erlangt hat, immer ein Resultat

des blossen Zufalles, oder mit anderm Worte der Entwickelung ist.

Diese Schlussfolgerung der Sprachforschung bestätigt mithin in vollkommenster Weise das Resultat der Naturforschung. Und wer sich die Mühe gibt, den Gang der Sprachwissenschaft zu verfolgen, wird sich, wie gesagt, überzeugen, wie ihre Vertreter, etwa Bleek, Schleicher und Friedrich Müller ausgenommen, den Einfluss der Descendenzlehre eher abzuschwächen als anzuerkennen bestrebt sind. Um so höher schlagen wir es an, und der mächtigste Einwurf gegen die Einbeziehung des Menschen in das grosse Entwickelungsgesetz ist damit beseitigt.

Das übrige ist Nebensache und Ausführung. Die oft ventilirte, jetzt eigentlich abgeschmackte Frage, ob die Menschheit von einem oder mehrern Paaren abstamme, erledigt sich damit, dass aus den thierischen Vorfahren der Stamm, in welchem später die Sprache zum Durchbruch kam, sich natürlich allmählich absonderte, und dass die zur Sprache und Vernunft führende Zuchtwahl in grössern Individuengemeinschaften vor sich gehen musste. Näher an den Begriff der biblischen Einheit des Menschengeschlechts würde man gelangen, wenn alle Sprachstämme auf eine Quelle zurückwiesen. Liesse sich aber zeigen, dass gewisse Sprachstämme auf unbedingt unvereinbare Wurzeln führten, so würde die Naturforschung ihr Jawort zu der nothwendigen Folgerung geben können, dass an verschiedenen Stellen der Erde Sprachen entstanden, mit andern Worten, dass das Auseinandergehen in Arten früher stattfand, als die Zuchtwahl auf dem Punkt der Sprachbildung angekommen. Der letztere Fall ist der bei weitem wahrscheinlichere, wird sogar von den meisten mit dieser Frage beschäftigten Sprachforschern als der einzig mögliche angenommen und am nachdrücklichsten von Friedrich Müller vertreten.[89] „Der Mensch", sagt er, „war damals, als es nur Rassen und keine Völker gab, ein sprachloses, der geistigen,

Haeckel-Müller's Stammbaum der Menschenrassen.



Beginn der Sprachbildung und Entstehung der Völker.

auf der Sprachthätigkeit beruhenden Entwickelung noch völlig ermangelndes Wesen. Zu dieser Annahme werden wir, abgesehen von den entwickelten naturhistorischen Voraussetzungen, durch die Betrachtung der Sprachen selbst gedrängt. Die verschiedenen Sprachstämme nämlich, auf welche die Wissenschaft die Sprachen zurückzuführen im Stande ist, setzen nicht nur bei den verschiedenen Rassen vermöge ihrer totalen Verschiedenheit in Form und Stoff mehrere voneinander unabhängige Ursprünge voraus, sondern sie weisen selbst innerhalb einer und derselben Rasse auf mehrere voneinander unabhängige Ursprungspunkte hin."

Wir theilen den nebenstehenden Stammbaum, in welchem sich Friedrich Müller eng an den Entwurf Haeckel's anschliesst, mit, um dem Leser eine Vorstellung zu geben, wie man sich allenfalls den Zusammenhang der Völkerfamilien zu denken habe. Es ist in demselben von Menschenarten und Menschenrassen die Rede, wobei die Arten als nicht mehr existirend betrachtet und die gegenwärtigen Menschenformen blos als Rassen unterschieden werden. Wir wollen hierüber nicht viele Worte machen, da es sich, bei Licht besehen, nur um Worte handelt. Der Mensch bildet in der Ordnung der Primaten Eine Familie und repräsentirt sie jedenfalls nur durch Eine Gattung. Ob man nun die Neger, Kaukasier, Papuas, Amerikaner u. s. w. Arten oder Rassen nennt, ist fast gleichgültig. Die Leichtigkeit der Kreuzungen der verschiedenen Menschen würde für den Rassencharakter sprechen; da aber die Kreuzung der Arten durchaus nicht principiell von der Rassenkreuzung verschieden, und da zu den körperlichen, in Farbe, Haar, Schädel, Extremitäten und andern Merkmalen sich aussprechenden Verschiedenheiten auch die so tief gehenden Sprachunterschiede kommen, so erscheint uns die Zertheilung der Menschengattung in Arten, welche in viele Rassen auseinandergehen, doch mehr naturgemäss. Es ist aber schliesslich, wie bei der Artfrage überhaupt, das in-

dividuelle Gefühl des einzelnen entscheidend. Ob es ein glücklicher Griff gewesen, die Stellung der Haare, in einzelnen Büscheln oder gleichmässig über die Kopfhaut vertheilt, sowie weiterhin ihre auf dem Querschnitt mehr platte und ovale oder kreisrunde Form, endlich die Neigung sich zu locken oder straff und schlicht zu bleiben, der Eintheilung des Menschengeschlechtes zu Grunde zu legen, muss die Zukunft lehren.

Die zwölf in der obigen Stammtafel aufgeführten Rassen sind nach naturhistorischen Merkmalen zu kennzeichnen, und da innerhalb der am besten bekannten Rassen sich Sprachen und Sprachfamilien finden, welche einen gemeinschaftlichen Ursprung ausschliessen, so folgt daraus, dass die Sprachbildung erst begonnen, nachdem der noch sprachlose Urmensch in Rassen auseinander gegangen war. Alle Zeitrechnung für geologische Perioden und Urgeschichte sind zwar höchst trügerisch, dennoch wollen wir uns eine Schätzung gefallen lassen, welche Friedrich Müller für die Entwickelung der Sprachen innerhalb der mittelländischen Rasse angestellt hat. Die Sprachstämme innerhalb der, vorzugsweise das Becken des Mittelmeeres umwohnenden Völker sind: Baskisch, kaukasische Sprachen, hamito-semitische Sprachen, indo-germanische Sprachen. „Die Sprachen aller dieser vier Stämme", sagt Müller, „sind, wie von den competentesten Sprachforschern allgemein angenommen wird, miteinander nicht verwandt. Wenn wir nun sehen, dass die mittelländische Rasse vier miteinander in keinem verwandtschaftlichen Verhältnisse stehende Volksstämme umfasst, so liegt der Schluss nahe, dass, nachdem man jede Sprache auf eine Gesellschaft zurückführen muss, die eine Rasse nach und nach in vier Gesellschaften zerfiel, deren jede selbständig ihre Sprache sich schuf. Eine weitere Folgerung ist die, dass der Rasse als solcher keine Sprache zukommt, indem ja, wenn dies der Fall wäre, Rasse und Sprache sich gegenwärtig decken müssten, was nicht der Fall ist.

„Wir müssen also annehmen, dass dem Menschen damals, als die verschiedenen Völker der mittelländischen Rasse eine Einheit bildeten, damals, wo der Mensch keinem Volke, sondern nur einer Rasse an, gehörte, die Sprache noch gänzlich gefehlt habe.“ Müller hält annähernd 3000 Jahre für hinreichend für den Zeitraum von dem Auseinandergehen der Rasse in noch sprachlose Gesellschaften bis zu dem Zeitpunkt, wo sie durch Sprachen geschiedene und charakterisirte Völker bildeten, eine Zahl, welche manchem als viel zu gering geschätzt scheinen dürfte. Wenn man nun ferner an das alte Culturvolk der Aegypter anknüpft und die Zeit seiner muthmasslichen Wanderung aus Asien veranschlagt, so „erscheint wenigstens das Jahr 6500 vor Beginn unserer Zeitrechnung als jener Zeitpunkt, wo wir von einem hamito-semitischen Urvolk im Norden Europas reden können“. Es bestand also bereits vor 12000 Jahren eine mittelländische Rasse. Welche Zeit aber nöthig war, den Urmenschen in die Rassen sich scheiden zu lassen, liegt völlig ausser Berechnung, und dies um so mehr, als nicht die geringsten Spuren von ihm bisjetzt gefunden worden sind.

Mit dem allgemeinen Nachweis der Geologie, dass die Perioden der Erdschichte unmerklich ineinander übergingen, und dass insbesondere von den Tertiärzeiten durch die Diluvialperiode in die Gegenwart die Continuität nur local unterbrochen wurde, hat die ehemals für cardinal geltende Frage nach dem „fossilen Menschen“ ein anderes Aussehen erhalten. In Europa hat der Mensch mit dem für uns, weil sie ausgestorben, „fossilen“ Mammuth und dem Rhinoceros mit knöcherner Nasenscheidewand (Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus) zusammen gelebt. Es ist behauptet worden, schon in der obertertiären Zeit habe der europäische Mensch existirt, allein die Beweise dafür sind anfechtbar. Was man von Ueber-

resten jener ältesten, uns bekannt gewordenen Menschen hat, zeigt eine hohe Entwickelung und gehört unbedingt der Periode an, wo der Mensch schon in der Sprache das Werkzeug gefunden hatte, die Schlacken seiner niedrigen Herkunft allmählich abzustreifen. Mag der Urmensch einst noch gefunden werden oder nicht, über diese Herkunft ist entschieden.

Belege und Citate.

[1] Luthardt, Apologetische Vorträge, 7. Vortrag, S. 129.

[2] Philosophia quaerit, theologia invenit, religio possidet veritatem.

[3] Tageblatt der Naturforscher-Versammlung in Leipzig, 1872, S. 12. Die Rede ist auch im Sonderdruck erschienen.

[4] A. Fick, Physiologie, 1860.

[5] Wer sich tiefer über das Problem der Empfindung als einer allgemeinen Ureigenschaft der constituirenden Elemente der Materie unterrichten will, ist auf das höchst klare und interessante Werk zu verweisen: „Das Unbewusste vom Standpunkt der Physiologie und Descendenztheorie" (Berlin 1872). Anonym erschienen.

[6] L. Geiger, Ueber den Ursprung der Sprache (Stuttgart 1869), S. 207.

[7] Rollet, Ueber Elementartheile und Gewebe und deren Unterscheidung. Rollet, Untersuchungen etc., 1871.

[8] Karl Ernst v. Bär, Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion, 1828.

[9] A. a. O., I, 223.

[10] A. a. O., I, 230 fg.

[11] Credner, Elemente der Geologie, 1872, S. 353.

[12] Agassiz, Essay on classification, 1858. „It exhibits everywhere the working of the same creative Mind through all times and upon the whole surface of the globe."

[13] Rütimeyer, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Pferde. Verhandlung der naturforschenden Gesellschaft in Basel, 1863, III, 642.

[14] Die Stellen sind aus einer Gelegenheitsrede: Oratio de tellure habitabili, welche in den Amoenitates academicae enthalten ist. „Initio rerum ex omni specie viventium unicum sexus par fuisse creatum, suadet ratio."

[15] A. a. O.: „Non multum a veritate me aberraturum confido, si dixerim, omnem continentem terram fuisse in infantia mundi aquis submersam et vasto oceano obtectam, praeter unicam in immenso hoc pelago insulam, in qua commode habitaverint animalia omnia et vegetabilia laete germinaverint."

[16] „Tot numeramus species, quot ab initio creavit infinitum ens."

[17] E. Geoffroy St.-Hilaire schrieb an Cuvier: „Venez jouer parmi nous le rôle de Linné, d'un autre législateur de l'histoire naturelle."

[18] Ossements fossiles.

[19] L. Agassiz, An Essay on classification, 1859, S. 253.: „*As representatives of Species*, individual animals bear the closest relations to one another; they exhibit definite relations also to the surrounding element and their existence is limited within a definite period.

„*As representatives of Genera*, these same individuals have a definite and specific ultimate structure, identical with that of the representatives of other species etc. — Dazu S. 261: „*Branches* or *types*, are characterized by the plan of their structure;

„*Classes*, by the manner in which that plan is executed, as far as ways and means are concered;

„*Orders*, by the degrees of complication of that structure;

„*Families*, by their form, as far as determined by structure;

„*Genera*, by the details of the execution in special parts; and

„*Species*, by the relations of individuals to one another and to the world in which they live, as well as by the proportions of their parts, their ornamentation etc."

[20] Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen (Berlin 1866), II, 323 fg.

[21] L'espèce est — „la réunion des individues descendant l'un de l'autre et des parents communs, et de ceux qui leur ressemblent autant qu'ils se ressemblent entr'eux". Cuvier, Le règne animal.

[22] O. Schmidt, Die Spongien der Küste von Algier, 1868, und Versuch einer Spongienfauna des atlantischen Gebietes, 1870.

[23] Haeckel, Die Kalkschwämme. Eine Monographie in zwei Bänden Text und einem Atlas mit 60 Tafeln Abbildungen (Berlin 1872).

[24] Hilgendorf, Ueber Planorbis multiformis im Steinheimer Süsswasserkalk. Monatsbericht der Berliner Akademie aus dem Jahre 1866, S. 474 fg.

[25] Waagen, Die Formenreihe des Ammonites subradiatus. Beneke's Beiträge, 1869, Bd. 2.

Zittel, Die Fauna der ältern Cephalopoden führenden Tithonbildungen. Paläontologische Mittheilungen, 1870.

Kayser, d. Brachiopoden des Mittel- u. Ober-Devon der Eifel. Jahrb. d. geol. Ges. in Berlin. 1871.

Neumayr, die Fauna d. Schichten mit Aspidoceras ac. 1873.

L. Würtenberger, Neuer Beitrag zum geologischen Beweise der Darwin'schen Theorie („Ausland", 1873).

[26] Darwin, Das Variiren der Pflanzen und Thiere im Zustande der Domestication. Uebersetzt von Carus (Stuttgart 1868). — Unsere Citate beziehen sich auf diese Ausgabe.

[27] L. Oken, Die Zeugung, 1805. Lehrbuch der Naturphilosophie, 1809—11, 3 Thle.

[28] Ich entlehne die folgende Darstellung meinem Essay: „War Goethe ein Darwinianer?" Gratz, Leuschner und Lubinsky, 1871.

Dazu ein anderes Schriftchen von mir: „Goethe's Verhältniss zu den organischen Naturwissenschaften" (Berlin 1852).

Zu den im Text mitgetheilten Stellen, welche Goethe als Darwinianer erscheinen lassen könnten, sei noch folgende aus Eckermann's „Gespräche mit Goethe" mitgetheilt (3. Aufl., S. 191): „So hat der Mensch in seinem Schädel zwei unausgefüllte hohle Stellen. Die Frage warum? würde hier nicht weit reichen, wogegen aber die Frage wie? mich belehrt, dass diese Höhlen Reste des thierischen Schädels sind, die sich bei solchen geringern Organisationen in stärkerm Masse befinden, und die sich beim Menschen, trotz seiner Höhe, noch nicht ganz verloren haben."

[29] Ein etwas abschätziges Urtheil über Goethe's Bedeutung auf unserm Felde fällt V. Carus in seiner „Geschichte der Zoologie" (München 1872). Der Leser möge vergleichen: „Wie wenig ihm trotz seiner wiederholten Beschäftigung mit Anatomie ein wirklicher Einblick in den gesetzmässigen Bau der Thiere gelungen war, beweist seine Einleitung in die vergleichende Anatomie. Er findet hier keinen andern Weg, zwischen dem trockenen Detail der beschreibenden Anatomie und der ihm unbestimmt vorschwebenden Morphologie zu vermitteln, als die Idee eines Urtypus für die Thiere anzudeuten, welchen er aber weder definiren, noch durch allgemeinere Andeutungen einigermassen anschaulich machen kann. Seiner ganzen Eigenheit nach war ihm ein solcher Typus Bedürfniss, aber nicht wissenschaftliches, sondern ästhetisches u. s. w." S. 590.

[30] R. Owen hat sich über seine Stellung zur Descendenzlehre im Schlussheft seines „Lehrbuches der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere" ausgesprochen. Dasselbe ist

separatim ausgegeben u. d. T.: „Derivative **hypothesis** of life and species", 1868.

[31] A. a. O. „— such cause being the servant of **predetermining** intelligent will."

[32] „No one can enter the saddling ground at **Epsom** before the start for the Derby, without feeling, **that** the glossy-coated, proudly-stepping creatures led out **before him** are the most perfect and beautiful of quadrupeds. **As such**, I believe the Horse to have been predestined and **prepared** for **Man**." A. a. O., S. 11.

[33] „I deem an innate tendency to derivate from **parental** type, operating through periods of adequate **duration**, *to* be the most probable nature or way of operation **of** the secondary law, whereby species have been derived **one** from the other." A. a. O., S. 22

[34] Lamark, Philosophie zoologique (Paris 1809). Im Text sind folgende Stellen berücksichtigt:

„Aussi l'on peut assurer que, parmi ses productions la nature n'a réellement formé ni classes, ni ordres, ni familles, ni espèces constantes, mais seulement des individus qui se succèdent les uns aux autres, et qui ressemblent à ceux qui les ont produits. Or, ces individus appartiennent à des races infiniment diversifiées, qui se nuancent sous toutes les formes et dans tous les degrés d'organisation, et qui chacune se conservent sans mutation, tant qu'aucune cause de changement n'agit sur elles." I, 22.

„La supposition presque généralement admise, que les *corps* vivans constituent des espèces constamment distinctes par des caractères invariables, et que l'existence de ces espèces est aussi ancienne que celle de la nature même, fut établie dans un temps, où l'on n'avait pas suffisamment observé, et où les sciences naturelles étaient à peu près nulles. Elle est tous les jours démentie aux yeux de ceux, qui ont beaucoup vu et qui ont long-temps suivi la nature." I, 54.

„Les espèces n'ont réellement qu'une constance relative à la durée des circonstances dans lesquelles se sont trouvés tous les individus qui les représentent." I, 55.

„— les considerations etc. nous font voir:

„1) Que tous les corps organisés de notre globe sont de véritables productions de la nature, qu'elle a successivement exécutées à la suite de beaucoup de temps;

„2) Que dans sa marche la nature a commencé, et recommence encore tous les jours, par former les corps organisés les plus simples et qu'elle ne forme directement que ceux-là, c'est à-dire que ces premières ébauches de l'organisation, qu'on a désignées par l'expression de générations spontanées;

„3) Que les premières ébauches de l'animal et du végétal étant formées dans les lieux et les circonstances convenables, les facultés d'une vie commençante et d'un mouvement organique établi ont nécessairement développé peu à peu les organes, et qu'avec le temps elles les ont diversifiés ainsi que les parties;

„4) Que la faculté d'accroissement dans chaque portion du corps organisé étant inhérente aux premiers effets de la vie, elle a donné lieu aux différens modes de multiplication et de régénérations des individus; et que par là les progrès acquis dans la composition de l'organisation et dans la forme et la diversité des parties, ont été conservés;

„5) Qu'à l'aide d'un temps suffisant, des circonstances, qui ont été nécessairement favorables, des changemens que tous les points de la surface du globe ont successivement subis dans leur état, en un mot, du pouvoir qu'ont les nouvelles situations et les nouvelles habitudes pour modifier les organes des corps doués de la vie, tous ceux qui existent maintenant ont été insensiblement formés tels que nous les voyons;

„6) Enfin, que d'après un ordre semblable de choses, les corps vivants ayant éprouvé chacun des changemens plus ou moins grands dans l'état de leur organisation et de leurs parties, ce qu'on nomme espèce parmi eux a été insensiblement et successivement ainsi formé, n'a qu'une constance relative dans son état, et ne peut être aussi ancien que la nature." I, 65 fg.

„La progression dans la composition de l'organisation subit, çà et là, dans la série générale des animaux des anomalies opérées par l'influence des circonstances d'habitation, et par celle des habitudes contractées." I, 135.

„Dans tout animal qui n'a point dépassé le terme de ses développemens, l'emploi plus fréquent et routiné d'un organe quelconque, fortifie peu à peu cet organe, le développe, l'agrandit, et lui donne une puissance proportionnée à la durée de cet emploi; tandis que le défaut constant d'usage de tel organe l'affaiblit insensiblement, le détériore, diminue progressivement ses facultés et finit par le faire disparaître.

„Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où leur race se trouve depuis long-temps exposée, et, par conséquent, par l'influence de l'emploi prédominant de tel organe ou par celle d'un défaut constant d'usage de telle partie, elle le conserve par génération aux nouveaux individus, qui en proviennent." I, 235.

„La volonté dépendant toujours d'un jugement quelconque, n'est jamais véritablement libre; car le jugement qui y donne lieu, est, comme le quotient d'une opération arithmétique, un résultat nécessaire de l'ensemble des élémens qui l'ont formé.“ I, 342.

„Les animaux contractent, pour satisfaire à ces besoins, diverses sortes d'habitudes, qui se transforment en eux en autant de penchans, auxquels ils ne peuvent resister et qu'ils ne peuvent changer eux-mêmes. De là l'origine de leurs actions habituelles et de leurs inclinations particulières, auxquelles on a donné le nom d'instinct. Ce penchant des animaux à la conservation des habitudes et au renouvellement des actions qui en proviennent, étant une fois acquis, se propage ensuite dans les individus, par la voie de la reproduction ou de la génération, qui conserve l'organisation et la disposition des parties dans leur état obtenu; en sorte que ce même penchant existe déjà dans les nouveaux individus, avant même qu'ils l'aient exercé.“ I, 325.

Zu der 1873 in Paris bei Savy erschienenen zweiten Auflage der „Philosophie zoologique“ hat der ausgezeichnete Professor in Montpellier, Charles Martins, eine vorzügliche Lebensbeschreibung und Würdigung Lamark's als Einleitung gegeben.

[35] Der scharfsinnige Verfasser des Werkes: „Das Unbewusste“ (s. Note 3), definirt im wesentlichen den Instinct nicht anders als Lamark: „In diesem Sinne kann man sagen, jeder Instinct sei seiner Entstehung nach in letzter Instanz ererbte Gewohnheit, und das Sprichwort: Gewohnheit ist die zweite Natur — erhält dadurch die unerwartete Ergänzung, dass die Gewohnheit zugleich auch das Prius und der Ursprung der ersten Natur, d. h. des Instincts ist. Denn immer ist es die Gewohnheit, d. h. die häufige Wiederholung der nämlichen Function, was die gleichviel wie hervorgerufene Handlungsweise den Centralorganen des Nervensystems so fest eingräbt, dass die so entstandene Prädisposition vererbungsfähig wird. A. a. O., S. 182.

[36] Die wichtigste Lehre, welche Lyell mit seiner reichen Erfahrung begründet, ist ebenfalls von Lamark in der „Philosophie zoologique“ klar und bündig ausgesprochen: „Si l'on considère, d'une part, que dans tout ce que la nature opère, elle ne fait rien brusquement, et que partout elle agit avec lenteur et par degrés successifs, et de l'autre part, que les causes particulières ou locales des désordres, des bouleversemens, des déplacemens etc. peuvent rendre raison de tout ce que l'on observe à la surface de notre globe, et sont néanmoins assujetties à ses lois et à sa marche

générale, on reconnaîtra, qu'il n'est nullement nécessaire de supposer qu'une catastrophe universelle est venue culbuter et détruire une grande partie des opérations mêmes de la nature." I, 80.

[37] Principles of Geologie.

[38] Sowol im Jahre 1870 als 1872 stellte die Majorität der französischen Akademie Darwin dieses Zeugniss aus. Der wiederholte Vorschlag, ihn zum Mitglied zu wählen, fiel durch, allerdings nicht ohne dass Männer wie Lacaze-Duthiers, Milne-Edwards und Quatrefages den wissenschaftlichen Richtern den Standpunkt klar machten.

[39] Wir citiren folgende Uebersetzungen und Auflagen von V. Carus: Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl, oder die Erhaltung der begünstigten Rassen im Kampfe ums Dasein (5. Aufl., 1872).

Die übrigen hierher gehörigen Werke sind:

Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication (oben Note 26).

Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl (2. Aufl., 1871).

Ueber den Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei dem Menschen und den Thieren, 1872.

[40] Malthus (1798) untersucht die Bedingungen der Zu- und Abnahme und des Gedeihens der menschlichen Bevölkerung. Er findet, dass die Zunahme der Bevölkerung nothwendigerweise beschränkt ist durch die Subsistenzmittel, und dass das Wachsthum im Verhältniss zu den Subsistenzmitteln zunimmt, abgesehen von einigen besondern und leicht zu entdeckenden Hindernissen. Diese Hindernisse, welche die Bevölkerung noch immer unter dem von den Subsistenzmitteln gewährten Masse zurückhalten, sind der moralische Zwang, das Laster und das Unglück. Malthus schildert den Kampf ums Dasein, ohne das Wort auszusprechen; er weist nach, dass die Träume von zukünftiger seliger Gleichheit der gesammten Menschheit auf der zu einem grossen Garten umgestalteten Erde auf Täuschungen beruhen. Jedes Individuum muss vielmehr in unermüdlicher Thätigkeit sein, um seine Lage zu verbessern. Aus den Erfahrungen der Thierzüchter und Gärtner weiss er, dass Thiere und Pflanzen verbessert und veredelt werden können, und zwar durch Zuchtwahl. Von einer organischen Veredlung des Menschengeschlechts im ganzen sei nichts zu merken, auch könnte das Menschengeschlecht nicht anders veredelt werden, als indem man die weniger vollkommenen Individuen zur Ehelosigkeit verdammte.

Es sind wol diese und ähnliche Gedanken des Werkes

von Malthus, durch welche Darwin, wie er angibt, zu seiner Theorie angeregt wurde.

[41] Das Variiren, II, 252.

[42] Sehr lehrreich in Bezug auf die Artfrage sind auch die Abhandlungen von A. Kerner: „Gute und schlechte Arten“ (Innsbruck 1866), und „Die Abhängigkeit der Pflanzenwelt von Klima und Boden. Ein Beitrag zur Lehre von der Entstehung und Verbreitung der Arten, gestützt auf die Verwandtschaftsverhältnisse, geographische Verbreitung und Geschichte der Cytisusarten aus dem Stamme Tubocytisus D. C.“, 1869. Eine vorzügliche Untersuchung über Veränderlichkeit, Anpassung und Artbildung ist endlich Kerner's neueste Schrift: „Die Schutzmittel des Pollens“ (Innsbruck 1873).

[43] Die Mittheilung in der „Entstehung der Arten“ (5. Aufl., Kap. 3; nach der 6. engl. Aufl.).

[44] Ebend., S. 96.

[45] Ebend., S. 141.

[46] S. 7. Die folgenden Seiten enthalten eine Zusammenfassung der Einwürfe über die Unzulänglichkeit der Selectionstheorie.

[47] Moritz Wagner, Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen, 1868. Hierzu 48 u. 49.

[48] August Weismann, Ueber den Einfluss der Isolirung auf die Artbildung, 1872.

[49] Nägeli, Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art (Sitzungsberichte der bairischen Akademie der *Wissenschaften*), 1865. Die neuern Untersuchungen Nägeli's (Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der Münchner Akademie, 1872, S. 305) bestätigen die Descendenzlehre. Er weist nach, dass die Geselligkeit nahe verwandter Arten und ihrer Varietäten für die Speciesbildung sich förderlicher erweisen als die Isolirung. „Die in Gesellschaft beisammenlebenden Formen — gewisser Alpenpflanzen — haben sich mit Rücksicht auf ihre Merkmale gleichsam gegenseitig gemodelt, sie zeigen, um mich so auszudrücken, einen specifischen Gesellschaftstypus, der für jede Gesellschaft, somit für jede Gegend ein anderer ist. Diese Thatsache zeigt unwiderleglich, dass die Formen, seit sie beisammenwohnen, sich verändert haben

„Ihr specifischer Gesellschaftstypus besteht darin, dass sie in gewissen Merkmalen eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung zeigen, während sie in andern Merkmalen Extreme darstellen und darin zuweilen über alle in andern Gegenden vorkommende Verwandte hinausgehen.

„Aus diesen Thatsachen ergibt sich unzweifelhaft, dass

die Bewegung in den coenobitischen (d. i. gesellschaftlich lebenden) Formen eine divergirende ist. Denn in ihnen sind extreme Merkmale entwickelt, während die eremitischen Formen in ihren Merkmalen ihre mittlern Bildungen darstellen."

Nägeli weist nach, dass und in welcher Weise bei Alpenpflanzen seit der Eiszeit eine Veränderung stattgefunden hat.

[50] J. Broca, L'ordre des primates. Parallèle anatomique de l'homme et des singes, 1870.

[51] Abstammung des Menschen, S. 132.

[52] Der Inhalt von Professor Max Müller's: „Three lectures on Mr. Darwin's Philosophy on language" liegt uns im Moment, wo wir dies schreiben, leider nur in unvollständigen Referaten der Tagesblätter und dem Programm mit Inhaltsangabe vor.

[53] Zöllner, Ueber die Natur der Kometen (1. Aufl., S. 305).

[54] Zur weitern Information des Lesers wollen wir über die vor unserm Verstande sich sehr einfach erledigende Angelegenheit des Uranfanges des Lebens noch einen Philosophen und einen Naturforscher reden lassen. Es handelt sich um Hypothesen über das Werden. In der kritischen Beleuchtung der Philosophie des Unbewussten (7) heisst es S. 22: „Die Philosophie des Unbewussten sagt S. 558: Es ist wahrscheinlich, dass vor der Entstehung der ersten Organismen schon organische Verbindungen niederer Stufen vorhanden gewesen seien, welche sich (S. 556) unter dem Einflusse einer feuchten und sehr kohlensäurereichen Atmosphäre, sowie der höhern Wärme, des Lichtes und starker elektrischer Einflüsse gebildet hatten. Eignet man sich diese Voraussetzungen an und fügt die Betrachtung hinzu, dass, wenn solche der Urzeugung günstige Bedingungen einmal, wie doch nothwendig, stattfanden, sie wol auch durch ansehnliche geologische Zeiträume hindurch bestanden, so ist in der That die Folgerung nicht zu umgehen, dass im Laufe der Zeit und im Wechsel der Umstände diese organischen Stoffe in zahllose Combinationen zueinander treten. Unter diesen zahllosen Anordnungsweisen, Gruppirungen und Verbindungen musste der bei weitem grösste Theil auf der Stufe der unorganischen Form stehen bleiben, weil er nicht die zu einer solchen nothwendige chemische Zusammensetzung und physikalischen Eigenschaften erlangte; ein sehr viel kleinerer Theil der aus diesen Combinationen organischer Materie hervorgegangenen Resultate mochte vielleicht vorübergehend sich der organischen Form nähern, oder auch wirklich in dieselbe eintreten, dabei aber nicht die zur längern Behauptung derselben erforderliche Beschaffen-

heit besitzen; ein dritter noch kleinerer Theil vermochte etwa für sich selbst diese Form im Wechsel des Stoffes so lange zu behaupten, als etwa noch jetzt die ungefähre Lebensdauer der primitivsten Protistenarten beträgt, entbehrte aber derjenigen Eigenschaften, welche durch Theilung und Fortpflanzung die Species auch nach dem natürlichen Absterben des Individuums erhalten; ein vierter Theil mochte sowol die zur Selbsterhaltung als die zur Gattungserhaltung nothwendigen Eigenschaften besitzen, entbehrte aber jener eigenthümlichen Tendenz, abzuändern («Philosophie des Unbewussten», S. 591) oder doch jener Tendenz, in der bestimmten Richtung abzuändern, welche allein zur Entwickelung in höhere Formen führen konnte; ein fünfter Theil endlich besass auch diese Eigenschaft zu den übrigen. Die Nachkommen der vierten und fünften Klasse unserer Unterscheidung sind es, welche noch heute Meer und Erde bevölkern*: von welcher Art von Moneren die Fortentwickelung zu Infusorien ausgegangen ist, ob von einer der jetzt noch lebenden, oder von einer untergegangenen Art, davon wissen wir noch nichts; das aber schon können wir als sicher annehmen, dass die Mehrzahl der Protisten, die wir heute noch kennen, zu jener entwickelungsunfähigen vierten Klasse gehören. Die ephemeren Schöpfungen unserer zweiten und dritten Klasse konnten natürlich nur so lange ihren Bestand als Arten gesichert sehen, als die günstigen Bedingungen ihrer stets erneuten Urzeugung fortdauerten; die erste Klasse aber würde vom teleologischen Standpunkt aus als die der gänzlich mislungenen Schöpfungsversuche zu bezeichnen sein."

Diese und ähnliche mehr oder minder ansprechende Phantasien, auf die wir gar kein besonderes Gewicht legen, schöpfen insgesammt aus Haeckel's Hypothese der Autogonie („Generelle Morphologie der Organismen", I, 179 fg.), die er nach seinen schönen Entdeckungen über die jetzt existirenden einfachsten Organismen, die Moneren und andere Protisten, aufstellte. Wir heben daraus folgende Stelle hervor: „Zweifelsohne haben wir uns den Act der Autogonie, der ersten spontanen Entstehung einfachster Organismen, ganz ähnlich zu denken, wie den Act der Krystallisation. In einer Flüssigkeit, welche die den Organismus zusammensetzenden chemischen Elemente gelöst enthält, bilden sich infolge bestimmter Bewegungen der verschiedenen Moleculen gegeneinander bestimmte Anziehungsmittelpunkte, in denen

* Einfacher und wahrscheinlicher ist wol die Erklärung, dass diese niedrigen Organismen deshalb noch existiren, weil Platz für sie ist. Sie bleiben übrig trotz der Differenzirung und infolge der Differenzirung.

Atome der organogenen Elemente (Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff) in so innige Berührung miteinander treten, dass sie sich zur Bildung complexer ternärer und quaternärer Moleculen vereinigen. Diese erste organische Atomgruppe, vielleicht ein Eiweissmolecule, wirkt nun, gleich dem analogen Kernkrystall, anziehend auf die gleichartigen Atome, welche in der umgebenden Mutterlauge gelöst sind, und welche nun gleichfalls zur Bildung gleicher Moleculen zusammentreten. Hierdurch wächst das Eiweisskörnchen und gestaltet sich zu einem homogenen organischen Individuum, einem structurlosen Moner oder Plasmaklumpen, gleich einer Protamoebe u. s. w. Dieses Moner neigt, vermöge der leichten Zerlegbarkeit seiner Substanz, beständig zur Auflösung seiner eben erst consolidirten Individualität hin, vermag aber, indem die beständig überwiegende Aufnahme neuer Substanz vermöge der Imbibition (Ernährung) das Uebergewicht über die Zersetzungsneigung gewinnt, durch Stoffwechsel sich am Leben zu erhalten. Das homogene organische Individuum oder Moner wächst nur so lange durch Intussusception, bis die Attractionskraft des Centrums nicht mehr ausreicht, die ganze Masse zusammenzuhalten. Es bilden sich, infolge der überwiegenden Divergenzbewegungen der Moleculen nach verschiedenen Richtungen hin, nun in dem homogenen Plasma zwei oder mehrere neue Anziehungsmittelpunkte, die nun ihrerseits anziehend auf die individuelle Substanz des einfachen Moners wirken und dadurch seine Theilung, seinen Zerfall in zwei oder mehrere Stücke herbeiführen (Fortpflanzung). Jedes Theilstück rundet sich alsbald wieder zu einem selbständigen Eiweissindividuum oder Plasmaklumpen ab, und es beginnt nun das ewige Spiel der Anziehung und Abstossung der Moleculen von neuem, welches die Erscheinungen des Stoffwechsels oder der Ernährung und der Fortpflanzung vermittelt."

Haeckel hat ferner, gestützt auf die bekannten Eigenthümlichkeiten der chemischen Verbindungen des Kohlenstoffes, diesem in seinen Vorstellungen über die erste Entwickelung des Lebens und der physiologischen Erscheinungen der niedrigsten Organismen die wichtigste Rolle angewiesen. Dies ist die bei seinen Gegnern so berüchtigte „Kohlenstofftheorie." Die Geister würden sich weniger darüber erhitzen, wenn man sich gegenwärtig halten wollte, dass durch eine Widerlegung dieses, wie Haeckel sagt, „gewagten Versuches", der Vorstellung des Geschehens zu Hülfe zu kommen, an der zwingenden logischen Nothwendigkeit der Anerkennung der Erweckung des Lebens auf natürlichem Wege nicht ein Haar geändert wird. Die Gründe gegen die „Kohlenstofftheorie" sind unter anderm

entwickelt von Preyer: „Ueber die Erforschung des Lebens“ (Jena 1873). Es wird geltend gemacht, dass der Kohlenstoff in seinen jetzigen terrestrischen Zuständen fast ausschliesslich auf organischen Ursprung führe und bisjetzt keine genügende Kohlenstoffquelle für die erste Bildung lebender Körper auf der Erde nachgewiesen sei.

[55] A. B. Wallace, The Malay Archipelago (3d ed., London 1872), und

Contributions to the theory of natural selection (2d ed., 1871).

[56] „Die Hypothese der Pangenesis, wie sie auf die verschiedenen grossen Klassen von Thatsachen, welche jetzt erörtert wurden, angewendet wird, ist ohne Zweifel äusserst complicirt. Aber sicher sind es auch die Thatsachen. Die Annahme indessen, auf denen die Hypothese ruht, kann man nicht als in irgendeinem extremen Grad complicirt ansehen, nämlich dass alle organischen Einheiten ausser dem Vermögen, was allgemein zugegeben wird, durch Selbsttheilung zu wachsen, noch die Fähigkeit haben, zahlreiche äusserst kleine Atome ihres Inhalts, d. h. Keimchen abzuwerfen. Diese vervielfältigen und verbinden sich zu Knospen und den Sexualelementen. Ihre Entwickelung hängt von der Vereinigung mit andern in der Entstehung begriffenen Zellen oder Einheiten ab; und sie sind einer Ueberlieferung im schlummernden Zustande auf später folgende Generationen fähig. In einem hoch organisirten und complicirten Thiere müssen die von jeder verschiedenen Zelle oder Einheit durch den ganzen Körper abgeworfenen Keimchen unbegreiflich zahlreich und klein sein. Jede Einheit eines jeden Theiles muss, wie er sich während der Entwickelung verändert (und wir wissen, dass manche Insekten mindesten zwanzig Metamorphosen erleiden), ihre Keimchen abgeben. Ueberdies erhalten alle organischen Wesen viele von ihren Grossältern und noch entferntern Vorfahren, aber nicht von allen ihren Vorfahren herrührende schlummernde Keimchen. Diese fast unendlich zahlreichen und kleinen Keimchen müssen in jeder Knospe, in jedem Ei, Spermatozoon und Pollenkorn eingeschlossen sein. Eine solche Annahme wird für unmöglich erklärt werden, aber Zahl und Grösse sind nur relative Schwierigkeiten, und die von gewissen Thieren und Pflanzen producirten Eier oder Samen sind so zahlreich, dass sie vom Verstand nicht erfasst werden können.“ — Darwin, Das Variiren, II, 526.

[57] A. Rollet, Ueber die Erscheinungsformen des Lebens und den beharrlichen Zeugen ihres Zusammenhanges. Almanach der kais. Akademie der Wissenschaften (Wien 1872).

[58] Darwin, Das Variiren, I, 247.

[59] V. Graber, Ueber den Tonapparat der Locustiden, ein Beitrag zum Darwinismus. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 22.

[60] Hermann v. Nathusius, Vorstudien für Gechichte und Zucht der Hausthiere, zunächst am Schweineschädel, 1864.

[61] Ebendaselbst, S. 108.

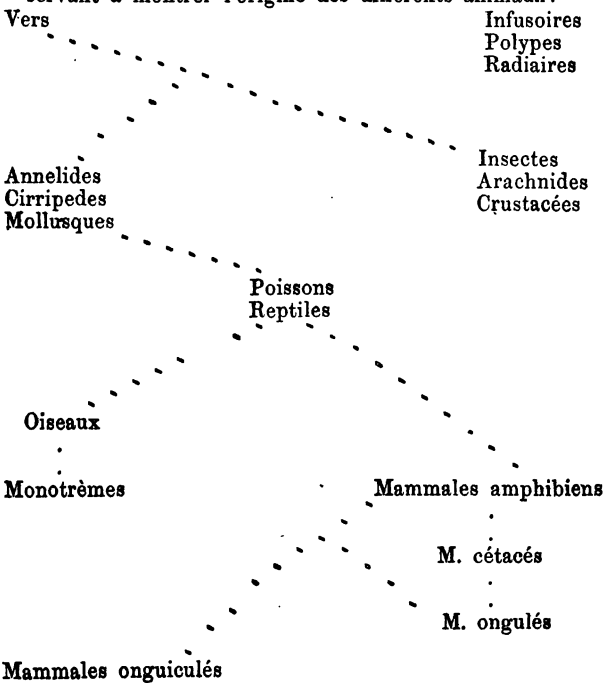
[62] Abstammung des Menschen, S. 367.

[63] Entstehung der Arten, S. 153.

[64] Lamark hat am Schluss seiner „Philosophie Zoologique" auch schon einen Stammbaum construirt, in dem er die Mehrzahl der Klassen unterbringt, während er dem Rest einen andern Ausgangspunkt anweist. Er nimmt daher zwei durch Urzeugung entstandene Urformen für das Thierreich an. Er entwirft also folgendes

Tableau

servant à montrer l'origine des différents animaux:



Eine Vergleichung dieses Stammbaums mit dem, welchen wir heute aufstellen, ist höchst interessant und zeigt den Fortschritt unserer Kenntnisse.

[65] „Zum Streit über den Darwinismus." Augsburger Allgemeine Zeitung, 1873, Nr. 130.

[66] Die vorläufige kurze Mittheilung in: „Revue scientifique" (Paris 1873), Nr. 37.

[67] Braun, Ueber die Bedeutung der Entwickelung in der Naturgeschichte (Berlin 1872).

„Das Pflanzenreich zeigt uns:

„I. Gewächse, welche in ihrer vegetativen Entwickelung der Stufe des Pflanzenkeimes die erste ungeschlechtliche Generation in meist thallusartiger Ausbildung darstellen (Keimpflanzen, Bryophyten, wozu die Thallophyten der Autoren, nebst den Characeen und Moosen);

„II. Gewächse, bei welchen die erste Generation transitorisch ist und erst die zweite sich zum vegetativen, blattbildenden Pflanzenstock entwickelt, jedoch ohne bis zur Blütenpflanze fortzuschreiten (Stockpflanzen, Cormophyten, wozu die Farrn u. s. w.);

„III. Gewächse, bei welchen die Metamorphose bis zur Bildung einer Blüte fortschreitet, jedoch ohne die letzte Formation, die der Fruchtblattbildung zu erreichen (Blütenpflanzen ohne wahre Früchte, gymnospermische Anthophyten);

„IV. Gewächse, welche in einer wahren Fruchtbildung den letzten und höchsten Abschluss vegetabilischer Entwickelung erreichen (angiospermische Anthophyten, wozu Monocotyledonen und Dicotyledonen als untergeordnete Abstufungen).',

[68] Da wir in diesem Abschnitte die individuelle Entwickelung in Beziehung auf die allgemeine historische Entwickelung besprochen, müssen wir hier wol auch der sonderbaren Gegnerschaft gedenken, welche der Descendenzlehre in Kölliker erwachsen ist. Derselbe hat seine Ansichten in seiner „Monographie der Pennatuliden" und in einem Separatabdruck niedergelegt, welcher den Titel führt: „Morphologie und Entwickelungsgeschichte des Pennatulidenstammes, nebst allgemeinen Betrachtungen zur Descendenzlehre" (Frankfurt 1872). Während der Darwinismus die Continuität und Einheit der organischen Welt aus der Variabilität, der natürlichen Züchtung, der Vererbung und Anpassung, kurz aus greifbaren, sichtlich wirkenden Ursachen ableitet, ist Kölliker der Meinung, „dass dieselben allgemeinen Bildungsgesetze, die in der anorganischen Natur walten, auch im Reiche des Organischen sich geltend machen, und dass es somit durchaus nicht nothwendig eines gemeinsamen Stammbaumes und einer langsamen Umbildung der Formen ineinander bedarf,

um die Uebereinstimmungen der Formen und Formenreihen der belebten Welt zu erklären und zu begreifen" (a. a. O., S. 3). Es erhebt wol niemand, ausser den ausgesprochenen Dualisten, Einspruch gegen den ersten Theil des Kölliker'schen Satzes. Allein die Identificirung der Entwickelung der organischen Individuen unter Ausschliessung der Gesetze der Vererbung mit dem reinen Krystallisationsprocess oder irgendeinem untergegebenen Verhältnissen sich wiederholenden chemischen Verbindungsvorgange ist eine doch kaum der eingehenden Widerlegung bedürftige Aufstellung. Kölliker sagt und sucht zu beweisen, dass die sogenannte monophyletische Hypothese, wonach die verschiedenen Stämme der Organismen von einer einzigen Urform abzuleiten seien, mit unüberwindlichen Schwierigkeiten zu kämpfen habe. Grössere Wahrscheinlichkeit besitze die vielstämmige (polyphyletische) Descendenzhypothese. Gebe man dies aber zu, so — und nun kommt ein kühner Gedankensprun — „sieht sich der Anhänger einer polyphyletischen Descendenzhypothese in der Lage, nicht nur den höhern Abtheilungen, sondern selbst den Gattungen verschiedene Stammbäume und Urformen anweisen und eine selbständige Entstehung derselben annehmen zu können. Ja, es erscheint sogar gedenkbar, dass eine und dieselbe Art in verschiedenen Stammbäumen auftritt, da bei der unabweisbaren Annahme allgemeiner Bildungsgesetze nicht abzusehen ist, warum gleiche Anfangsgestalten nicht auch unter Umständen zu gleichen Endformen sollten führen können" (a. a. O., S. 21). Ja, noch viel mehr leistet diese Hypothese, da „auch wenn Individuen Einer Art an weiter entfernten Localitäten sich finden, wie z. B. Pennatula phosphorea, Funiculina quadrangularis, Renilla reniformis u. s. w., es wol passender ist, eine selbständige Entstehung derselben anzunehmen." Die Kölliker'sche polyphyletische Hypothese macht allen Schwierigkeiten ein Ende, so unter anderm erklärt sie die sogenannten in unserm zehnten Abschnitte zu erwähnenden Repräsentativformen, denn es sei von jenem „Standpunkte aus auch gedenkbar, dass diese Formen genetisch gar nicht zusammenhängen, sondern besondern Stammbäumen angehören" (S. 23). Und alles dieses und noch vieles andere soll begreiflich sein, weil die Welt der Organismen in ihrer successiven Entwickelung innern Ursachen oder bestimmten Bildungsgesetzen folge, „Gesetze, welche die Organismen in ganz bestimmter Weise zu immer höherer Entwickelung treiben". Dabei erwägt Kölliker (S. 38), „ob nicht ebenso wie hier Keime und Knospen, so auch frei lebende Jugendformen von Thieren die Fähigkeit besassen, eine andere Entwickelung

als die typische einzuschlagen", bei welcher Freiheit das Entwickelungsgesetz, das an entgegengesetzten Polen Individuen derselben Art schaffen kann und schaffen muss, arg in die Brüche kommen müsste. Kölliker fasst (S. 44) seine Grundanschauung dahin zusammen, „dass bei und mit der ersten Entstehung der organischen Materie und der Organismen auch der ganze Entwickelungsplan, die gesammte Reihe der Möglichkeiten potentia mitgegeben wurde, dass aber auf die Entwickelung im einzelnen verschiedene äussere Momente bestimmend einwirkten und derselben ein bestimmtes Gepräge aufdrückten". Damit ist trotz der wissenschaftlichen Einkleidung der Dualismus fertig. Während die Physik und Chemie ihre für die unorganische wie für die organische Natur gültigen Gesetze nach Form, Inhalt und Wirkung verständlich machen, weiss Kölliker von der Beschaffenheit seiner Gesetze auch nicht ein Wort. Die Lehre der natürlichen Züchtung lässt uns Ursachen und Wirkungen der Vererbung und Anpassung erkennen und stellt die Erscheinungsreihen unter der Form von Gesetzen auf. Gesetze aber, welche sich blos auf einen künftig zur Ausführung kommen sollenden Plan gründen, im Dienste dieser Mitgift der unvollkommenen Organismen stehen, kennt die Naturwissenschaft nicht.

[69] Ueber die Herkunft unserer Thierwelt. Eine zoogeographische Skizze von L. Rütimeyer (Basel 1867).

Wir benutzten im Text vielfach dieses höchst inhaltreiche Schriftchen.

[70] A. B. Wallace, The Malay Archipelago (3d ed., London 1870). Die von uns im Text weiter unten mitgetheilten Stellen finden sich S. 10 fg.

[71] G. Koch, Die indo-australische Lepidopteren-Fauna in ihrem Zusammenhange mit den drei Hauptfaunen der Erde (2. Aufl., Berlin 1873).

[72] Peschl, Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde, 1870.

[73] Desto klarer ist die Zusammengehörigkeit von Mastodon und Elefant. Zwischen dem pliocänen Mastodon Borsoni und Elephas primigenius schieben sich 20 Arten ein, zu denen unsere noch lebenden, die indische und afrikanische Art gehören. Es wird damit die Grenze der beiden Gattungen völlig verwischt. Elephas primigenius, der Mammuth, selbst zerfällt nach andern Angaben in mindestens vier geographische Spielarten, denen sich amerikanische Arten anreihen. Eine Zwergart des Elefanten ist in Höhlen auf Malta gefunden, welche dem Zahnbau nach sich an den afrikanischen anschliesst.

[74] Joh. Schmidt, Die Verwandtschaftsverhältnisse der indogermanischen Sprachen, 1872.

[75] Verschiedene Gegner der Descendenzlehre haben ihrer moralischen Entrüstung, dass man den Stammbaum der Wirbelthiere und damit den des Menschen sogar über die Wirbelthiere hinaus bis zu so gemeinen Wesen wie die Ascidien verfolgte, in den schärfsten, eine wissenschaftliche Erörterung ausschliessenden Ausdrücken Luft gemacht. Ein anderes ist es mit solchen Kritikern der Beobachtungen Kowalewsky's und Kupffer's, welche das Thatsächliche anerkennen, in der Auslegung aber abweichen zu müssen glauben. Dahin zählt A. Giard in einer Arbeit über „Emybrogénie des Ascidiens" („Archives de Zoologie expérimentale", Paris 1872). Der Schüler von Lacaze-Duthiers sagt: „La chorde et l'appendice caudal sont chez la larve Ascidienne des organes de locomotion d'une importance assez secondaire malgré leur généralité *pour qu'on les voie disparaître presque entièrement dans le genre Molgula* où ils sont devenus inutiles par suite des mœurs de l'animal adulte; l'homologie entre cette chorde dorsale et celle des vertébrés n'est donc qu'une *homologie d'adaptation* déterminée à remplir l'identité des fonctions, et n'indique pas de rapports de parenté immédiate entre les vertébrés et les Ascidiens." Der Verfasser leugnet also die Blutsverwandtschaft der Wirbelthiere und Ascidien und führt die der Gleichheit nahe kommende Aehnlichkeit der beiderseitigen Organe auf die Anpassung zurück. Die Folgerungen in jenen wenigen Sätzen scheinen uns vollständig verfehlt zu sein. An der Wichtigkeit der Thatsachen wird durch den Umstand, dass die Entwickelung bei Molgula und so vielen andern Mantelthieren einen andern Gang genommen, ebenso wenig etwas geändert, als etwa der Bedeutung der Naupliusentwickelung des von Fritz Müller beobachteten Peneus, sowie der der Segellarven der Weichthiere dadurch Eintrag geschieht, dass die übrigen Decapoden das Naupliusstadium, oder die Landschnecken das Segellarvenstadium eingebüsst haben. Worin aber die Gleichheit der Functionen bestehen soll, welche bei den Wirbelthieren die Chorda, notabene mit dem Rückenmark! (was Herr Giard ganz vergisst), dort aber die *homologie d'adaptation* hervorzubringen im Stande wäre, ist uns geradezu unverständlich. Wir sehen im Gegentheil diese Organe in den beiden Gruppen schon deshalb ganz verschieden functioniren, weil sie in der einen für das ganze Leben fundamental wichtig bleiben, bei der andern nicht. Wir legen daher umgekehrt auf die morphologische Gleichheit bei functioneller

Verschiedenheit den Nachdruck. Thatsächliches hat Herr Giard nichts vorgebracht.

[76] T. H. Huxley, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. Uebersetzt von Ratzel, 1873, S. 230.

[77] March, American Journal of sciences and arts, Februar 1873.

[78] Eckermann, Gespräche mit Goethe, II, 132.

[79] Rousseau, Emile (Œuvres, Paris 1820, IX, 17). „Nous n'avons point la mesure de cette machine immense, nous n'en pouvons calculer les rapports; nous n'en connaissons ni les premières lois ni la cause finale; nous nous ignorons nous mêmes; nous ne connaissons ni notre nature ni notre principe actif."

[80] Metamorphose der Thiere.

[81] R. Valdek in der „Presse", 1865, Nr. 327,

[82] Huxley, Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur, 1863. Uebersetzt von Carus.

Derselbe, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere, 1873. Uebersetzt von Ratzel.

Broca, L'ordre des Primates. Parallèle anatomique de l'homme et des singes (Paris 1870).

[83] Waitz, Anthropologie der Naturvölker, 6. Thl., S. 796 (bearbeitet von Gerland).

[84] Ebend., S. 708.

[85] Augsburger Allgemeine Zeitung, 1873, Nr. 92—94, Beilage.

[86] Die Vorlesungen, welche dieser Gelehrte in Strassburg „Ueber die Resultate der Sprachwissenschaft" gehalten, habe ich mit grossem Interesse und Nutzen gehört.

[87] L. Geiger, Der Ursprung der Sprache, 1869, S. 37.

[88] Steinthal, Der Ursprung der Sprache, 1851.

[89] Fr. Müller, Allgemeine Ethnographie (Wien 1873).

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

INTERNATIONALE

WISSENSCHAFTLICHE BIBLIOTHEK.

III. BAND.

GEIST UND KÖRPER.

DIE THEORIEN

ÜBER

IHRE GEGENSEITIGEN BEZIEHUNGEN.

VON

ALEXANDER BAIN,

PROFESSOR DER LOGIK AN DER UNIVERSITÄT ZU ABERDEEN.

MIT 4 ABBILDUNGEN IN HOLZSCHNITT.

AUTORISIRTE AUSGABE.

LEIPZIG:

F. A. BROCKHAUS.

1874.

Mind and Body

Das Recht der Uebersetzung ist vorbehalten.

INHALT.

KAPITEL I.

Seite

Fragestellung 1

KAPITEL II.

Zusammenhang zwischen Geist und Körper 6

KAPITEL III.

Auffassung des Zusammenhanges als correspondenten Ablauf oder Parallelismus der beiderseitigen Erscheinungen 19

KAPITEL IV.

Allgemeine Gesetze des Zusammenhanges von Geist und Körper: Die Gefühle und der Wille 51

KAPITEL V.

Der Verstand 97

KAPITEL VI.

Wie sind Geist und Körper miteinander vereinigt? . . 146

KAPITEL VII.

Geschichte der Seelentheorien 170

KAPITEL I.

Fragestellung.

Wol mancher fragt spöttelnd, was hat der Geist mit der weissen und grauen Substanz des Gehirns zu schaffen? Kann man über irgendwelche Thatsachen oder Gesetze des menschlichen Geistes durch die sorgfältigste Untersuchung der Nervenfasern und Nervenzellen Aufschluss erhalten?

Die Frage ist jedenfalls, mag man sie stellen in welcher Absicht man wolle, höchst wichtig und von grösster Tragweite.

Es sind verschiedene Antworten denkbar:

Erstens. Zugegeben, Geist und Körper seien in unserm jetzigen Leben untrennbar, so könnte man sich doch denken, dass Beide ganz getrennt für sich existiren, ohne sich gegenseitig im geringsten zu beeinflussen. Danach müsste man jeden in seiner eigenen Weise und um seiner selbst allein willen untersuchen. Bei dieser Annahme hätte das Studium des Gehirns zwar ein Interesse für die Physiologie und durch seine Anwendung auf die Medicin und Chirurgie, würde dagegen dem Philosophen gänzlich gleichgültig sein können.

Wenn nun dieser Annahme auch keine innere Unwahrscheinlichkeit entgegensteht, so ist sie doch mit dem gewöhnlichen Gang der Erscheinungen schwerlich im Einklang. Wir kennen kein Beispiel, dass zwei Dinge so eng miteinander verbunden wären wie Geist und Körper ohne jede wechselseitige Beeinflussung und Anpassung. Und doch ist die Verknüpfung unserer unkörperlichen und körperlichen Theile im höchsten Grade eigenthümlich, um nicht zu sagen einzig in ihrer Art, und wir haben kein Recht, ohne weiteres ein Urtheil über das Verhalten der Beiden zueinander zu fällen.

Zweitens wäre es möglich, dass es gewisse Geistesfunctionen niederer Art gäbe, die zum Theil von der materiellen Organisation unabhängig wären, während die höhern Functionen rein geistiger Art wären, und von physischen Verhältnissen nicht beeinflusst würden. So bedürfen wir, um Eindrücke zu erhalten, an erster Stelle der äussern Sinne; wir sind von dem Bau und der Thätigkeit des Auges, des Ohrs, des Tastorgans u. s. w. abhängig; dabei können aber die feinern Vorgänge, Gedächtniss, Vernunft, Einbildung — rein geistig, erhaben und frei von jeglichen materiellen Processen sein. In diesem Falle würde es für den Geistesforscher zwar rathsam sein, sich über den Mechanismus der Sinne zu unterrichten, aber für den Zweck, den er im Auge hat, brauchte er nicht weiter zu gehen.

Drittens können Geist und Körper durchweg in enger Beziehung und Abhängigkeit voneinander stehen, indem neben jeder geistigen Veränderung eine körperliche einhergeht; und doch können beide Vorgänge so verschieden sein, dass sie gar kein Licht aufeinander werfen. Auf keiner Seite lassen sich grosse allgemeine Gesetze aufweisen, oder es ist möglich, dass die Gesetze in so heterogene Ausdrücke gekleidet sind, dass eine Vergleichung durchaus unausführbar ist. Wir finden z. B. dass eine vergnügte Stimmung und eine Nervenerregung gleichzeitig auftreten; aber dies gleichzeitige Auftreten bedeutet nichts, sagt man, erklärt nichts. Wenn man eine vergnügte Stimmung mit einer Mahlzeit oder einem Concert oder einem Festtage in Verbindung bringt, so ist damit etwas gewonnen; aber der Nachweis von Nervenerregungen gibt uns keinerlei praktische Aufklärung und erweitert unsere Kenntnisse von den Gesetzen des Vergnügens nicht im geringsten.

Viertens. Wollte man auch zugeben, dass es möglich wäre, durch eine genaue Kenntniss des Gehirns zu einem Verständniss des Geistes zu gelangen, so könnte man doch allem, was wir bisjetzt darüber wissen oder was wir voraussichtlich in nächster Zeit darüber wissen werden, jeden Werth in dieser Hinsicht absprechen, und das Heranziehen der heutigen Physiologie wäre demnach überflüssig und unstatthaft.

Fünftens kann man sich auf den Standpunkt

stellen, dass man sagt, die Erkenntniss der körperlichen Leistungen hat uns schon so oft in der der geistigen geholfen, dass wir hoffen dürfen, es werde auch in Zukunft so gehen, wenn wir unsere Forschungen nur unaufhaltsam fortsetzen.

Welche von diesen Annahmen die richtige ist, lässt sich erst nach einer Prüfung des gegenwärtigen Standes der Frage entscheiden. Bei einem so eigenthümlichen und schwierigen Gegenstand dürfte keine andere Vermuthung ohne weiteres zulässig erscheinen, als dass die beiden getrennten Wesen unmöglich in ihrer jetzigen engen Verknüpfung bestehen und trotzdem voneinander gänzlich unabhängig sein können; dass sich eine Art von gegenseitiger Zusammenwirkung derselben herausstellen wird, und dass die Vorgänge in dem Einen oft den Schlüssel zu denen in dem Andern bilden werden.

Man könnte mir entgegnen, dass die Form der Frage, auf welche diese Bemerkungen als Antwort dienen sollen, rein rhetorisch und nicht einmal ganz richtig sei. Wäre die Gehirnsubstanz die einzige, der man geistige Functionen zuschreiben könnte, so könnten uns alle Kenntnisse, die wir von diesem Organe besitzen, für die Ermittelung von Gesetzen über den Zusammenhang von Geist und Körper wenig helfen. Aber das ist nicht der Fall. Der ganze Körper steht in mehr oder minder inniger Beziehung zu Seelenfunctionen. Wollte man sich auf das Studium der Nervensubstanz beschränken,

so würde man eine gänzlich falsche Vorstellung von dem Zusammenhange erwecken, und die Kenntniss dieser Substanz allein, wäre sie noch so vollständig, würde niemals zur Lösung des Problems ausreichen. Sehen wir ein Kind, das sich in den Finger geschnitten hat, so können wir seine Gefühle leicht errathen, und aus einem lächelnden Gesicht schliessen wir auf die Geistesstimmung des Menschen.

Es könnte den Anschein haben, als wären wir noch gar weit von dem Verständniss eines so feinen und complicirten Organs, wie das Gehirn ist, entfernt. Wären wir nur auf die Leichenzerlegungen angewiesen, so würden wir allerdings wahrscheinlich keine grossen Erfolge erzielen. Aber es steht uns noch ein anderer Weg offen. Wir können gewissermassen bei den Vorposten beginnen, bei unsern Sinnes- und Bewegungsorganen, mit denen das Nervensystem in Zusammenhang steht; wir können sowol ihre Leistungen während des Lebens als auch ihren innern Bau studiren; wir können die Umstände, unter denen sie in Thätigkeit gerathen, auf dem Wege des Versuchs verändern; wir können beobachten, wie sie auf das Gehirn wirken und wie das Gehirn auf sie zurückwirkt. Mit Hülfe dieser Erfahrungen wird es uns möglicherweise gelingen, die Geheimnisse des anatomischen Baues zu erschliessen, die Zellen und Fasern zu zwingen, uns ihre Bedeutung und ihren Zweck zu enthüllen.

KAPITEL II.

Zusammenhang zwischen Geist und Körper.

Die Thatsachen, welche darauf hindeuten, dass der Zusammenhang zwischen Geist und Körper nicht zufällig und theilweise, sondern durchgreifend und vollständig ist, sind folgender Art.

Zunächst hat man zu allen Zeiten und überall beobachtet, dass die Gefühle eine natürliche Sprache oder einen natürlichen Ausdruck besitzen. Und so constant sind die Erscheinungen, welche die verschiedenen Klassen von Gemüthsbewegungen charakterisiren, dass wir dieselben als einen Bestandtheil der Gemüthsbewegungen selbst ansehen.

Das Lächeln der Freude, die faltenreichen Züge des Schmerzes, der starre Blick des Staunens, das Beben der Furcht, die Laute und der Blick der zärtlichen Liebe, das Stirnrunzeln des Zorns — sind augenscheinlich untrennbar verknüpft mit den Gefühlen, deren Ausdruck sie bilden. Wenn ein Gefühl ohne das ihm eigene es gewöhnlich begleitende Zeichen auftritt, so erklären wir uns dies entweder durch willkürliche Unterdrückung oder durch die Schwäche der Erregung, indem ein ge-

wisser Grad derselben erforderlich ist, um die Organe des Körpers in Thätigkeit zu versetzen.*

Von dieser Regelmässigkeit des Zusammenhanges zwischen den Gefühlen und ihrem körperlichen Ausdruck hängt unsere Kenntniss von dem Geiste und dem Charakter unserer Mitmenschen ab. Wenn jemand eine angenehme Empfindung hat, oder Schmerzen empfindet, oder verliebt oder zornig ist und seine Stimmung nicht absichtlich zu verbergen sucht, so erkennen wir es sofort und können sogar in jedem einzelnen Falle die Stärke des Gefühls schätzen.

Aus verschiedenen Ursachen nehmen wir an den äussern Zeichen der Gemüthsbewegungen lebhaften

* Folgende Bemerkungen Darwin's weisen darauf hin: „Die meisten unserer Gemüthsbewegungen" (er hätte sagen sollen „alle") „sind so innig mit ihren Ausdrucksformen verbunden, dass sie kaum existiren, wenn der Körper passiv bleibt. — Es kann z. B. ein Mensch wissen, dass sein Leben in der äussersten Gefahr schwebt, und kann heftig wünschen, es zu retten, und doch, wie es Ludwig XVI. that, als er von einer wüthenden Volksmenge umgeben wurde, sagen: «Fürchte ich mich? Fühlt meinen Puls!» So kann auch ein Mensch einen andern intensiv hassen. Solange aber sein Körperbau noch nicht afficirt ist, kann man nicht von ihm sagen, dass er wüthend sei." („Ausdruck der Gemüthsbewegungen", S. 243.)

Aehnlich spricht sich Dr. Maudsley aus: — „Die specielle Muskelthätigkeit ist nicht blos der Ausdruck der Leidenschaft, sondern wirklich ein wesentlicher Bestandtheil derselben. Wenn wir, während die Züge in dem Ausdruck einer Leidenschaft fixirt sind, versuchen, den Geist in eine andere hinüberzustimmen, so überzeugen wir uns bald von der Unmöglichkeit." („Body and Mind", S. 30.)

Antheil. Das Aussehen der unbelebten Natur fesselt unsere Aufmerksamkeit nicht in dem Masse wie die Erscheinung unserer Mitmenschen; den Naturgegenständen verleiht man in der That die höchste Anziehungskraft, indem man ihnen menschliche Gefühle andichtet. Sonne und Mond, Winde und Flüsse sprechen viel weniger an, wenn man sie blos als physische Mächte betrachtet, als wenn man sich denkt, sie handelten nach menschlichen Motiven und Zwecken, nach Liebe und Hass.

Das Interesse der menschlichen Erscheinung in all ihrer mannichfaltigen Thätigkeit, die uns als Merkmale geistiger Vorgänge gelten, wird von den schönen Künsten civilisirter Völker benutzt und durch sie noch erhöht. Für den Maler, den Bildhauer, den Dichter hat jedes Gefühl seinen eigenen Ausdruck. Nicht nur die gröbern Gefühlsformen sind in der Weise mit äusserlichen Geberden verknüpft, sondern in den Augen des Künstlers haben auch die erhabensten, edelsten und heiligsten aller menschlichen Gemüthsbewegungen ihre scharf ausgeprägte und von ihnen untrennbare Haltung und Fassung. Besonders in der künstlerischen Auffassung des Mittelalters hatten die göttlichen Attribute der immateriellen Seele ihr Gegenstück in dem materiellen Leibe: die glorreiche Natur des Märtyrers, des Heiligen, der Jungfrau, des Heilandes trat in den sympathetischen Bewegungen des sterblichen Gerüstes zu Tage. Unsere sämmtlichen Gefühle oder Gemüthsbewegungen haben nach dem

übereinstimmenden Zeugnisse der ganzen Menschheit keine selbständige geistige Existenz, sondern sind in jedem Falle in unsere leibliche Gestalt verkörpert.

Diese ungemein wichtige und allbekannte Thatsache hat man in den mannichfaltigen Erörterungen über die Immaterialiät der Seele leider häufig aus dem Auge gelassen. So bekannt sie dem Laien ist, so genau Maler und Bildhauer sie studirt haben, Metaphysiker wie Theologen haben sie vollständig vernachlässigt, wenn sie die Grenzen zwischen Leib und Seele zu ermitteln suchten.

Eine zweite Gruppe von Beweisen für den innigen Zusammenhang von Geist und Körper liefern uns die Wirkungen von körperlichen Veränderungen auf geistige Zustände, und umgekehrt von geistigen Veränderungen auf körperliche Zustände.

Schwierigkeiten bereitet uns bei der Behandlung dieser Reihe von Erscheinungen nur ihre Zahl. Ich werde mit einigen häufigen und allbekannten Beispielen anfangen und dann die Verallgemeinerung andeuten, zu denen die Physiologie gekommen ist.

Zu den Einflüssen von körperlichen Veränderungen auf geistige Zustände gehören Thatsachen wie die Abhängigkeit unserer Gefühle und Stimmungen von Hunger, Sättigung, Zustand des Magens, Ermüdung und Ruhe, Reinheit und Unreinheit der Luft, Kälte und Wärme, Reizmitteln und Arzneien, körperlichen Beschwerden, Krankheit, Schlaf, vor-

gerücktem Alter u. s. f. Diese Einflüsse erstrecken sich nicht nur auf die gröbern Gefühlsarten oder auf solche mehr unbedeutende Aeusserungen wie Tischreden, sondern selbst auf die höchsten Gemüthsbewegungen — Liebe, Zorn, ästhetisches Gefühl und moralische Gesinnung. „Gesundheit erhält den Atheisten in der Finsterniss.“ Ein körperliches Misgeschick gibt häufig Anlass zu einer vollkommenen Veränderung der sittlichen Natur. Unser tägliches körperliches Leben ist das Gegenstück des geistigen. Ein gesunder Mensch erwacht morgens mit einer Fülle von Geisteskraft und Energie; die erste Mahlzeit befestigt und bestärkt ihn in diesem Zustande. Die geistige Kraft und Empfänglichkeit ist dann auf ihrem Gipfel; wie die Nahrung im Organismus verbraucht wird, so nimmt jene ab, kann jedoch durch abermalige Auffrischung und eine kurze Pause in der Arbeit noch einmal erneuert werden. Gegen Ende des Tags tritt Mattigkeit ein, die endlich in die tiefe Bewusstlosigkeit eines gesunden Schlafs übergeht.

Da die intellectuellen Fähigkeiten den Einwirkungen physischer Verhältnisse am meisten entzogen zu sein scheinen, so will ich auch einige Thatsachen anführen, welche beweisen, dass sie durchaus keine Ausnahme von der allgemeinen Regel machen. Das Gedächtniss steigt und fällt mit dem Zustande des Körpers: in frischen Momenten ist es lebhaft, und schwach wenn wir ermüdet und erschöpft sind. Sir Henry Holland erzählt

uns, er habe einmal an einem Tage im Harz zwei Bergwerke besucht. In jedem blieb er mehrere Stunden. In dem zweiten Schachte war er vor Hunger und Ermüdung so erschöpft, dass sein Gedächtniss ihn vollständig im Stich liess und er kein Wort Deutsch mehr wusste. Nachdem er etwas Speise und Wein zu sich genommen, kehrte es zurück. Hohes Alter pflegt unter hundert Menschen bei neunundneunzig das Gedächtniss zu schädigen.

Im Fieberdelirium wird bisweilen der Gehörssinn ausserordentlich scharf. Unter den Vorboten einer Gehirnkrankheit hat man ungewöhnliche Empfindlichkeit des Gesichtssinnes beobachtet; der Arzt nimmt an, dass dann schon Blutcongestion eingetreten ist, auf die vielleicht ein Erguss folgt.

Wer der Meinung ist, unser Denken hinge nur wenig von den Organen des Körpers ab, sollte folgende Thatsachen bedenken. Fährt uns beim Gehen oder bei irgendeiner andern körperlichen Beschäftigung ein interessanter Gedanke durch den Kopf, oder macht uns ein anderer darauf aufmerksam, so halten wir plötzlich an und bleiben stehen, bis die Erregung sich gelegt hat. Ferner ziehen unsere Gedanken gewöhnlich gewisse Körperstellungen und Bewegungen (welche die Künstler als äussern Ausdruck der Gedanken benutzen) nach sich; und werden wir darin irgendwie gestört, so wird unser Gedankengang gehemmt oder erhält eine andere Richtung. Warum sollte der Schlaf alles Denken ausser den zusammenhangslosen Faseleien

des Traumes (die im tiefen Schlaf fehlen) aufheben, wenn nicht für die intellectuellen Functionen ein bestimmter Zustand der Körperkräfte unentbehrlich wäre?

Grosses Gewicht hat man auf gewisse scheinbare Ausnahmen von diesen allgemeinen Regeln gelegt. Gelegentlich entwickeln manche Menschen bei körperlicher Schwäche, Enthaltsamkeit, Ermüdung und hohem Alter ausserordentliche geistige Energie und Rüstigkeit und grosse Verstandeskräfte. Die Lebensbeschreibungen von Märtyrern und Helden sind voll von solchen ausnahmweisen Kraftäusserungen. Wenn wir daraus schliessen wollen, dass der Geist trotz eines bedeutenden Grades von Abhängigkeit vom Körper bis zu einem bestimmten Punkte selbständig und unabhängig sei, so müssen wir uns die Frage vorlegen, warum die Thatsache nur in so seltenen Fällen beobachtet wird. Die Annahme gleicht an Einseitigkeit und Seltsamkeit der platonischen Unsterblichkeit, die nur auf die Philosophen beschränkt war. Dennoch muss natürlich jede vollständige Untersuchung über die Beziehungen von Geist und Körper auf diese überraschenden Ausnahmen Rücksicht nehmen; wir werden später darauf zurückkommen.

Ebenso viele Thatsachen bezeugen uns den Einfluss geistiger Veränderungen auf den Körper. Plötzliche Ausbrüche starker Gemüthsbewegungen stören die Functionen des Körpers. Furcht hemmt die Verdauung. Gewaltige geistige Niedergeschlagen-

heit schwächt alle Organe. Andauernde und schwere geistige Arbeit zieht Krankheiten der körperlichen Organe nach sich. Auf der andern Seite sind glückliche äussere Verhältnisse der Gesundheit und einem langen Leben günstig.

Bei den in unserer ältern Poesie so gebräuchlichen Personificationen werden die verschiedenen Leidenschaften durch Kennzeichen angedeutet, die ihr langes Joch dem Körper aufgeprägt hat. So wird in Sackville's „Induction" der Schrecken folgendermassen geschildert:

Den Schrecken sahn wir, wie er bebt und wankt,
Unsteten Fusses eilend hin und her:
Der Sprach' beraubt, mit geisterhaftem Blick
Schutz sich erspähend, bleich und todt vor Furcht.

Und das Elend:

Das Antlitz dürr, von schwerem Gram gefurcht,
Die Hände gar zu Knochen abgezehrt.

Bei genauer Betrachtung der Erscheinungen, welche uns auf einen Zusammenhang von Geist und Körper hinweisen, erkennen wir bald, dass das am innigsten betheiligte Organ das Gehirn ist. Zu verschiedenen Zeiten hat man auch andere Organe als den eigentlichen Sitz der geistigen Thätigkeit bezeichnet, doch ist man davon jetzt abgekommen. Obwol nun aber das Gehirn vorwiegend das Geistesorgan ist, so stehen doch auch andere in enger Beziehung zur geistigen Thätigkeit, vor allen Dingen die Sinne, die Muskeln und die grossen Eingeweide.

Auf den eigenthümlichen Bau des Gehirns werden wir später zu sprechen kommen. Hier bemerke ich nur, dass es ein sehr grosses und complicirtes Organ ist; es erhält reichlichen Blutzufluss, dessen Menge man auf ein Fünftel der Gesammtblutmenge schätzt, ein Umstand, der auf eine lebhafte Thätigkeit hinweist. Die Erscheinungen, welche uns den Geist mit dem Gehirn in Verbindung bringen lassen, sind aber ungemein zahlreich und unwiderstehlich. Wir wollen daraus einige wenige herausgreifen, und zwar nach den beiden bereits angegebenen Gesichtspunkten, Veränderungen des Gehirns, die auf den Geist einwirken, und Veränderungen des Geistes, die das Gehirn in Mitleidenschaft ziehen.

Aus der ersten Klasse ist die gewöhnlichste Beobachtung die Wirkung eines Schlags auf den Kopf, wodurch eine Zeit lang das Bewusstsein und Denken aufgehoben wird; bei einer bestimmten Stärke wird dadurch eine andauernde Störung der Fähigkeiten herbeigeführt, Schädigung des Gedächtnisses oder irgendeine andere Form der Geistesstörung. Auch kann dadurch Geistesstörung geheilt werden: wir kennen Fälle, wo durch einen Schlag auf den Kopf Idioten gebessert worden sind.

Alle diese Mishandlungen und Unfälle, welche die geistigen Fähigkeiten beeinträchtigen, greifen die Nervensubstanz an. Ebenso wirken reizende Getränke auf die Nerven. Und viele Fälle von

Blödsinn lassen sich auf Ursachen zurückführen, welche die Ernährung des Gehirns stören.

Die sorgfältigen und durchdachten Beobachtungen der Physiologen haben es ganz ausser Frage gestellt, dass das Gehirn als Ganzes zum Denken, Empfinden und Wollen unentbehrlich ist, ja sie haben sogar die Functionen einzelner Theile desselben gesondert kennen gelehrt.

Was dann die geistigen Veränderungen betrifft, welche zu Veränderungen des Gehirns führen, und mit solchen verbunden sind, so stehen uns darüber sehr ausgedehnte Beobachtungen zur Verfügung. So finden wir nach grosser geistiger Anspannung und Erregung eine Zunahme der Producte der Nervenabnutzung. Die durch die Nieren aus dem Blut abgeleiteten Alkaliphosphate stammen aus dem Gehirn und den Nerven, und ihre Menge wächst nach starken Geistesanstrengungen.

Ferner gehören heftige Gemüthsbewegungen zu den Ursachen der allgemeinen Lähmung, einer Krankheit der Nerven oder Nervencentren.

Am allerentschiedensten sind die umfassenden Erfahrungen an Irren. Zu den Hauptursachen des Wahnsinns müssen wir übermässige Einwirkungen auf den Geist zählen — z. B. lange und schwere geistige Anstrengungen, plötzliche Erschütterungen des Gemüths, gewöhnlich infolge von Unfällen und Misgeschick, bisweilen jedoch auch von Freude.

Der Zusammenhang von Gehirnzerrüttung mit Geisteszerrüttung ist eine vollkommen festbegründete

Thatsache. An den meisten irrsinnigen Patienten sind Veränderungen des Gehirns sichtbar und deutlich ausgesprochen. Als Beleg dafür will ich ein Schriftchen von J. B. Tuke und Rutherford: „Ueber die krankhaften Erscheinungen an den Gehirnen von dreissig Irren", anführen: „Die untersuchten Gehirne rührten von Kranken her, deren Tod nacheinander erfolgt war, und waren durchaus nicht wegen irgendeiner Eigenthümlichkeit ausgewählt worden." Die hier vorliegenden Krankheiten waren allgemeine Lähmung, Blödsinn mit Lähmung, chronischer Blödsinn, Wahnsinn mit Epilepsie. In allen Fällen beobachtete man eine deutliche Abweichung in der einen oder andern Form von dem gesunden Bau des Gehirns. Die Verfasser zählen neun Arten von krankhaften Veränderungen auf, die sich bei mikroskopischer Untersuchung ergaben. Das Vorkommen eines Falls, wo sich keine sichtbare Störung nachweisen liesse, würde keine entscheidende Ausnahme sein, da offenbar Veränderungen der Substanz möglich sind, die uns nicht sichtbar werden. Man glaubt jedoch, dass in allen Fällen von ausgesprochener Geistesabwesenheit eine Gehirnkrankheit in einer bestimmten Form vorliegt.

Eine sehr lehrreiche Reihe von Erscheinungen lässt uns die Geistesthätigkeit mit der Menge und Beschaffenheit des das Gehirn versorgenden Blutes in Zusammenhang bringen. Kein Organ kann thätig sein ohne Blut. Das Bedürfniss des Gehirns

entspricht dem Umfange und der Energie seiner Leistungen. Störungen der Blutströmung sind von geschwächten Geistesäusserungen begleitet. Im Schlaf ist der Zufluss des arteriellen Bluts zum Gehirn geringer. Allgemeiner Blutverlust setzt alle Functionen durchweg herunter, die geistigen eingeschlossen. Andererseits sind bei Beschleunigung der Circulation im Gehirn die Gefühle lebhafter, die Gedanken schneller und der Wille kräftiger; eine starke geistige Aufregung erscheint immer in Begleitung eines ungewöhnlichen Blutzuflusses, der häufig äusserlich im Pochen der Gefässe erkennbar wird. Im Delirium erreicht die Circulation eine ausserordentliche Höhe.

Das Blut muss aber auch eine bestimmte Qualität besitzen: gewisse Bestandtheile müssen vorhanden sein, gewisse andere fehlen. Gesunde Nahrung ist die erste Bedingung für die Thätigkeit der Nerven wie des Geistes; Hunger und Verdauungsstörungen wirken der Ausübung der geistigen Functionen entgegen. Ferner kann das Blut reich an nährenden Bestandtheilen sein, und dennoch das Organ des Geistes durch die übermässigen Ansprüche der andern Bedürfnisse des Organismus, z. B. der Muskeln, herabgedrückt werden; bei grosser Muskelanspannung ist die Fähigkeit zu geistiger Anstrengung sehr gering. Gewisse als Reizmittel bekannte Substanzen führen ferner dem Blute ein Element zu, das besonders nervöse Ver-

änderungen veranlasst; so Alkohol, Taback, Thee, Opium u. dgl.

Zu den Substanzen, die fehlen müssen, gehören die sogenannten Gifte und die Auswurfsstoffe des Körpers selbst, mit deren Entfernung mehrere grosse Eingeweide beschäftigt sind. Die wichtigsten dieser Stoffe sind Kohlensäure und Harnstoff; beide führen durch ihr Verbleiben im Blut zu Herabstimmung der Geistesthätigkeit, zu Bewusstlosigkeit und schliesslich zum Tode. Daher hängt die geistige Spannung ebenso sehr von dem gesunden Zustande der Reinigungsorgane — der Lunge, der Leber, der Nieren, der Haut — wie von der Anwesenheit der aus der Speise aufgenommenen nährenden Materialien ab.

KAPITEL III.

Auffassung des Zusammenhanges als correspondenten Ablauf oder Parallelismus der beiderseitigen Erscheinungen.

Die Abhängigkeit eines Dinges von einem andern zeigt sich gewöhnlich in zweierlei Erscheinungen — erstens folgt auf das Eintreten der Ursache das Eintreten der Wirkung, und zweitens folgt auf das Ausbleiben der Ursache das Ausbleiben der Wirkung: so wenn wir beweisen, dass das Anzünden des Feuers die Ursache des Rauches, oder dass Sauerstoff die Ursache der Fäulniss und des Zerfalls ist. Von diesen beiden Methoden ist die zweite — wo beim Ausbleiben der Ursache auch die Wirkung ausbleibt — die entscheidendste; die Erhaltung des Fleisches durch Ausschliessung der Luft ist der beste Beweis, dass die Luft oder einer ihrer Bestandtheile die Ursache der Fäulniss ist. Ganz besonders schlagend ist es, wenn bei plötzlicher Entfernung der angenommenen Ursache auf einmal die Wirkung ausbleibt.

Es gibt jedoch Fälle, wo wir das Experiment der Beseitigung einer treibenden Ursache nicht

ausführen können. Wir können uns von der Erde, auf der wir wohnen, nicht losmachen. Ebenso wenig können wir den Mond aus seiner Bahn entfernen, um zu sehen, welche Einflüsse auf die Erde von demselben abhängen; wir können nicht durch plötzliches Aufheben der Mondgravitation beweisen, dass Flut und Ebbe zum grössten Theil dem Mond ihre Entstehung verdanken.

In solchen Fällen müssen wir zu einem dritten Mittel greifen, das die Schwierigkeit sehr glücklich löst und uns den gewünschten Beweis an die Hand gibt. Wenn die in Frage stehende Kraft zwar nicht beseitigt werden kann, aber stufenweise Veränderungen erfährt, deren Stärke wir messen können, so sind wir im Stande zu beobachten, ob diesen ähnliche Veränderungen in der Stärke der Wirkung entsprechen; und können wir nun einen strengen Parallelismus zwischen der Intensität der Ursache und der Intensität der Wirkung beobachten, so ist eine starke Wahrscheinlichkeit vorhanden, die zu einem positiven Beweise des Zusammenhanges werden kann. So erfahren wir, dass Flut und Ebbe gleichzeitig vom Mond und von der Sonne abhängen, dass der flüssige und der gasförmige Aggregationszustand der Materie von Wärme herrührt u. s. w.

Bei einer Frage wie der nach dem Zusammenhang von Geist und Körper können wir die werthvolle Methode der Beseitigung der Ursache nicht anwenden. Wir können das zusammengesetzte

Wesen, den Menschen, nicht in den Körper für sich und den Geist für sich zerlegen; wir können den Geist nicht herausnehmen, um zu sehen, ob der Körper dann vergeht. Wir können den Körper beseitigen, und thun wir das, so finden wir dass der Geist verschwunden ist; aber das Experiment ist nicht entscheidend; denn indem wir den Körper beseitigen, entfernen wir gleichzeitig den Index des Geistes, die körperlichen Aeusserungen — wie wenn wir, um die Existenz des Magnetismus zu beweisen, die Nadel und die andern Zeichen seiner Anwesenheit fortnähmen.

Ebenso wenig lässt sich die Methode des Ausbleibens auf das Hauptorgan des Geistes — das Gehirn — anwenden. Die Entfernung des Gehirns ist unzweifelhaft zugleich die Vernichtung der Aeusserungen des Geistes, aber ausser bei ganz niedrigen Organismen ist sie zugleich die Vernichtung des körperlichen Lebens. Wichtige Aufschlüsse hat die theilweise Entfernung des Gehirns ergeben, und daraus können wir auf das schliessen, was bei vollständiger Entfernung geschehen würde. Dies ist die stärkste Annäherung an die beste Form des experimentellen Beweises, die uns möglich ist.

Die Methode des Parallelismus oder der entsprechenden Veränderung jedoch ist in vollem Masse anwendbar. Wir können die stufenweise Umgestaltung des Gehirns und des Nervensystems durch das ganze Thierreich hindurch verfolgen und

beobachten, wo sich gleiche Uebergangsstufen in den geistigen Kräften finden.

Lange Zeit ist verflossen, seit zum ersten mal die Phrenologen auf den Zusammenhang zwischen der Grösse des Gehirns und der geistigen Entwickelung eines Menschen aufmerksam machten. Man hat den grossen Köpfen von Männern, die sich durch hohe intellectuelle Begabung oder in anderer Weise durch grosse Charakterenergie ausgezeichnet haben, die kleinen Köpfe von Idioten gegenübergestellt. Die Regel ist zwar nicht in allen Fällen durchgreifend; gelegentlich hat ein dummer Mensch ein grösseres Gehirn als ein kluger. Aber dies sind nur individuelle Ausnahmen von einer allgemein herrschenden Regel. Wenn ausgedehnte statistische Beobachtungen vorliegen, gelangt man zu dem Schluss, dass eine bedeutende geistige Ueberlegenheit in Begleitung einer mehr als gewöhnlichen Grösse des Gehirns erscheint.

Folgende Tabelle enthält die Gehirngewichte einiger ausgezeichneter Männer:

Cuvier	64,5	Unzen
Dr. Abercrombie	63	„
Daniel Webster	53,5	„
Lord Campbell	53,5	„
de Morgan	52,75	„
Gauss.	52,6	„

Das männliche Gehirn wiegt bei Europäern im Durchschnitt 49½ Unze, das weibliche 44 Unzen. (Quain's „Anatomy", 7th edition, p. 671.)

Bei Idioten hat man Gehirne von 27, 25¾, 22½, 19¾, 18¼, 15, 13, 8½ Unzen gefunden.

Nach Dr. Thurnam („Journal of Mental Science", 1866) ist das Gewicht des Gehirns von Irren im Durchschnitt um 2½ Procent geringer als bei Gesunden.

Der Parallelismus zwischen dem Volumen des Nervensystems und der geistigen Kraft im Thierreich ist für unsere allgemeine Erörterung hinreichend sichergestellt. Die Uebereinstimmung ist allerdings nicht genau, weil das Nervensystem ausser den rein geistigen noch andere Zwecke zu erfüllen hat. Die blosse Bewegung der Muskeln erfordert eine beträchtliche Nervenkraft, und Thiere, deren Muskeln gross und viel thätig sind, haben dem entsprechend ein grosses Gehirn. Daher finden wir das grösste Gehirn nicht beim Menschen, sondern beim Elefanten, und dann bei den Walen, deren gewichtiger Körper einen ungeheuern Muskelaufwand verlangt. Das Gehirn des Elefanten wiegt 8—10 Pfund. Das des Wales soll 5—8 Pfund wiegen. Das Gehirn eines 75 Fuss langen Exemplars wog 7 Pfund, und nach Dr. Struther's Angaben das eines jungen Wales von 14½ Fuss Länge 3 Pfund 12 Unzen, das eines Narwals von 17 Fuss Länge 3 Pfund 14¾ Unzen.

Neben der Bewegung der Muskeln muss ein beträchtlicher Theil der Nervenkraft zur Erhaltung

und Unterstützung der Processe des organischen Lebens — der Verdauung, der Respiration, der Circulation und anderer Thätigkeiten — verwendet werden. Der schlagendste Beweis hierfür ist das bedeutende Herabsinken dieser verschiedenen Functionen, sobald die Nervenkraft ausschliesslich auf eine intensive geistige oder Muskelanspannung gerichtet wird.

Im allgemeinen findet man, dass körperlich grosse Menschen ein grösseres Gehirn haben als kleinere.

Vergleichen wir die Zunahme der Grösse des Gehirns mit der Zunahme der geistigen Kräfte, so erstaunen wir über die Kleinheit der einen Zunahme gegenüber der andern. Ein gewöhnliches männliches menschliches Gehirn wiegt 48 Unzen; das Gehirn ausserordentlicher Menschen erreicht nur selten Cuvier's Zahl, 64 Unzen. Nun aber übertrifft die intellectuelle Kraft Cuvier's die eines gewöhnlichen Menschen um sehr viel mehr. Nehmen wir blos das Gedächtniss als die Grundlage des Verstandes, so kann das eines gewöhnlichen Menschen nicht den dritten oder vierten, vielleicht nicht einmal den zehnten Theil von dem fassen, was in Cuvier's Geiste aufgespeichert war. Die Vergleichung der Thiere mit dem Menschen führt uns zu demselben Schluss. Man dürfte kaum zu weit gehen, wenn man sagte, während die Grösse des Gehirns in arithmetischem Verhältniss zunimmt, nimmt der Verstand in geometrischem Verhältniss zu.

Eine noch wichtigere und entscheidendere Uebereinstimmung tritt uns in der Art und Weise der Wirksamkeit des Nervensystems entgegen. Trotz der grundsätzlichen Verschiedenheit im Wesen der Körperthätigkeit und der Geistesthätigkeit, erstaunen wir über den engen Zusammenhang zwischen gewissen Verhältnissen der einen mit ähnlichen Verhältnissen der andern. Um dies verstehen zu können, müssen wir einen kurzen Blick auf den Organisationsplan oder den Mechanismus des Nervensystems werfen.

Ohne Zweifel werden wir dem Verständniss des Nervenbaues am nächsten kommen, wenn wir mit den äusserlichen Erscheinungen beginnen. Jedermann kennt die Sinnes- und Bewegungsorgane; ja jeder weiss von beiden viele einzelne Eigenthümlichkeiten aufzuzählen. Eine Betrachtung dieser so allgemein bekannten Thatsachen führt uns auf einige der wichtigsten Einrichtungen des Nervensystems.

Die Sinnesorgane, deren Zahl man gewöhnlich auf fünf angibt, liegen mehr oder weniger offen vor unsern Augen. Das Organ des Tastsinns besteht in der ganzen Körperbedeckung der Haut. Die übrigen sind auf besondere Körpergegenden beschränkt. Unter einem Sinnesorgan versteht man einen Theil des Körpers, der gewissen Einwirkungen ausgesetzt ist und, wenn er gereizt wird, Empfindungen des Geistes herbeiführt. Jeder Sinn ist für eine besondere Klasse von Einwirkungen

eingerichtet: der Tastsinn für feste Körper; das Gehör für Luftstösse; der Geschmack für flüssige oder lösliche Gegenstände mit gewissen chemischen Eigenschaften; der Geruch für gasförmige Körper von ähnlicher Beschaffenheit; das Gesicht für die Strahlen der Sonne oder anderer leuchtender Körper.

Bewegungsorgane sind alle Körpertheile — der Kopf, das Gesicht, der Mund, die Kehle, der Hals, der Rücken, die Arme, die Beine u. s. w. u. s. w. Jedes derselben durchläuft eine grosse Menge von verschiedenen Stellungen und Veränderungen derselben mit grösserer oder geringerer Geschwindigkeit und Dauer. Die Bewegungen sind dem Auge fast alle sichtbar. Die Bewegungsorgane dagegen sind dem Blick entzogen, durch Zergliederung des Körpers jedoch leicht zu erreichen. Das rothe, als Muskelgewebe bezeichnete Fleisch ist eine faserige Substanz, die zu einzelnen als Muskeln bezeichneten Massen von sehr verschiedener Gestalt und Grösse angeordnet ist, denen jedoch eine Eigenschaft, die Contractilität oder Fähigkeit der Zusammenziehung, gemeinsam ist. Die beiden Enden eines Muskels sind an Knochen oder andern Theilen befestigt, nähern durch ihre Zusammenziehung die beiden Anheftungspunkte einander und bringen so die Bewegungen zu Stande, wie wir sie sehen. Ein breiter flacher Muskel an den Schläfen, der mit einem Ende am Schädel, mit dem andern an dem Unterkiefer befestigt ist, schliesst durch seine Contraction die Kiefer beim Beissen, wobei das

Schliessen mit einer gewissen Energie erfolgt, die von der Grösse des Muskels und andern Verhältnissen abhängt. Die grossen Muskeln der Vorderseite des Oberschenkels sind so angeordnet, dass sie das im Knie gebogene Bein strecken. Für die zahlreichen Bewegungen der menschlichen Hand ist eine entsprechende Anzahl von Muskeln nöthig. Der ganze menschliche Körper besitzt zwischen vier- und fünfhundert Muskeln.

Zunächst müssen wir nun einen Blick auf das gegenseitige Verhältniss dieser beiden Organgruppen, der Sinnes- und Bewegungsorgane werfen. Auf ein Sinnesorgan muss etwas wirken, wenn wir eine Empfindung erhalten sollen; und ebenso muss auf ein Bewegungsorgan oder einen Muskel etwas einwirken, wenn eine Bewegung zu Stande kommen soll. Beide sind für sich allein unthätig oder in Ruhe. Die Reizmittel der Sinnesorgane sind im allgemeinen klar: die Berührung der Haut durch einen festen Körper, die Einführung eines Bissens in den Mund, eines riechenden Körpers in die Nase und so fort. Nicht so klar sind die Triebfedern der Bewegungsorgane: ihr Ursprung ist ein innerlicher.

Wir kennen alle eine grosse Menge von Fällen, wo ein Sinnesreiz gleichzeitig als Bewegungsreiz erscheint. Wenn plötzlich irgendwo ein Licht sichtbar wird, so wenden wir uns dahin. Ein Bissen auf der Zunge ruft alle Kaubewegungen wach. Betrachten wir diese Thatsachen einmal

näher. Meine Hand liegt ruhig auf dem Tisch; eine Fliege, eine Feder oder dergleichen berührt sie leise; plötzlich fährt ein Bewegungstrieb zu gewissen Muskeln, und ich ziehe die Hand weg. Denken wir uns, diese beiden Dinge seien Ursache und Wirkung: die leise Berührung — Ursache, die Bewegung — Wirkung: was sind nun aber die Zwischenglieder? Wenn der Process nicht ganz einzig in seiner Art sein soll, so muss zwischen der Haut der Hand und der Gruppe von Muskeln in der Schulter, dem Oberarm und dem Unterarm, die sich zum Zurückziehen der Hand vereinigen, eine Verbindung bestehen. Denken wir uns, es wirkten 10 Muskeln zusammen, so müsste von jedem Punkte der Haut der Hand ein sich verästelnder Verbindungsfaden zu allen diesen 10 Muskeln führen. Geschähe etwas Aehnliches am Fuss, so würde der bewegte Theil das Bein sein, was hinweist auf Verbindungslinien zwischen der Haut des Fusses oder des Beins und den Muskeln der Hüfte, des Oberschenkels und des Unterschenkels, von denen eine bestimmte Gruppe zu der einen Wirkung, dem Wegziehen des Fusses, zusammenwirkt.

Nehmen wir nun an, die Hand würde an derselben Stelle nicht leise berührt, sondern stark gekniffen. Der vorherbesprochene Fall hat uns die Existenz von Verbindungslinien zwischen der Haut der Hand und Gruppen von Muskeln an der Schulter und am Arm wahrscheinlich gemacht, und wir

sind daher auf eine ähnliche, vielleicht lebhaftere Aeusserung gefasst. Was die Lebhaftigkeit betrifft, hatten wir zwar recht: dieselbe Muskelgruppe geräth in Thätigkeit und zwar stärker; die Hand wird viel schneller zurückgezogen. Wir finden jedoch, dass dies nicht alles ist. Mit der blossen Bewegung des Armes sind noch viele andere verbunden — am andern Arm, an den Beinen, am Rumpf, im Gesicht, ganz abgesehen von den mehr verborgenen Bewegungen, die sich in der Stimme als Schrei oder andern Ausruf zeigen. Wir sehen also daraus, dass jede Stelle der Haut der Hand mit vielleicht 200 Muskeln in Verbindung steht; dabei ist der Umstand zu bemerken, dass eine schwache Berührung den weitern Kreis der Bewegungen nicht mit hervorruft. Jedenfalls haben wir hier eine Erscheinung vor uns, die uns zeigt, wie ausnehmend zahlreich und verwickelt die Verbindungen zwischen einer gegebenen Stelle der Haut und den Bewegungsorganen sind. Die Complication wächst noch mehr, wenn wir weitere allbekannte Thatsachen in unsere Betrachtung hineinziehen. Wir bemerken, dass ein ähnliches Kneifen an jeder beliebigen Stelle der Haut — an den Händen, an den Armen, an den Beinen, am Rücken — eine ähnliche Reihe von Wirkungen herbeiführt, sodass danach jeder Theil der Hautbedeckung des Körpers seine Verbindungslinien mit einer sehr grossen Anzahl von Muskeln besitzt. Ja, wenn wir weiter ähnliche Experimente an den andern

Sinnen anstellen, so kommen wir zu ähnlichen Resultaten; bei schwacher Reizung beschränkte Bewegungen, bei heftiger Reizung ausgiebige Bewegungen, die ihrem allgemeinen Charakter nach mit den von einem Kneifen der Haut herrührenden gleichartig sind. Ein sehr bitterer Geschmack, arger Gestank, eine schreiende Disharmonie, ein grelles Licht, alles ruft Bewegungen der Beine, des Rumpfes, des Gesichts und der Stimmorgane wach. Jeder Sinn steht mit den Bewegungsorganen in ebenso ausgedehntem Zusammenhange.

Die Wirkungen einer Reizung der Sinnesorgane sind nun aber nicht mit einem von einer einzelnen Muskelgruppe ausgeführten heftigen Zuckung abgethan; sehr oft folgen noch mancherlei Bewegungen und Stellungen hinterdrein. Dadurch wächst die Verwickelung noch mehr. Die Lebhaftigkeit der Empfindung reicht hin, um eine Bewegung nach der andern hervorzurufen; und dies weist uns auf eine neue Klasse von Verbindungslinien hin — die zwischen den Bewegungsorganen untereinander. Auf eine Beugung des Arms folgt eine Streckung; auf das Schliessen der Kiefer eine seitliche Mahlbewegung. Nun können aber aufeinanderfolgende Bewegungen nicht ohne eine bestimmte Verbindung zwischen jeder Bewegung und der darauffolgenden bestehen; Gehen und Fliegen sind nur möglich durch eine Einrichtung zur Verbindung einer jeden Bewegung mit der regelmässig darauffolgenden.

Es ist nicht nöthig, hier näher auf das System complicirter Wechselwirkung zwischen den Sinnes- und den Bewegungsorganen und zwischen einer Gruppe von Bewegungsorganen mit andern, die Hunderte und Tausende von Verbindungen voraussetzen, einzugehen. Dies müssen wir bisjetzt nur erschliessen; sehen wir, dass auf eine Wirkung in einiger Zeit regelmässig eine andere folgt, so vermuthen wir daraus, dass es Mittel gibt, durch welche die beiden miteinander in Verkehr treten können. Ehe wir jedoch das Innere des Körpers untersuchen, können wir nicht wissen, worin das angewandte Mittel besteht. Bei einer solchen Untersuchung stossen wir auf eine Anzahl silberweisser Fäden von verschiedener Dicke, die sich von bestimmten Centren aus zu allen Theilen des Körpers, auch zu den Sinnesorganen und Muskeln hin, verästeln. Dies sind die Nerven. Die Centren, von denen dieselben ausgehen, stellen sich als ein grosser zusammenhängender Klumpen dar, der im wesentlichen aus demselben silberweissen Material besteht, als eine rundliche Masse den Schädel erfüllt und sich als ein langer abgeflachter Strang von ungefähr einem halben Zoll im Durchmesser in die Wirbelsäule hinein fortsetzt. Die Masse im Schädel ist das Gehirn, der Strang in der Wirbelsäule das Rückenmark. Die oben angedeuteten ungemein zahlreichen Verbindungen kommen durch die Nerven und diese Centralmassen zu Stande.

Die Centren bestehen in dem bei weitem grössten Theil aus demselben Material wie die Nervenfäden; sie enthalten daneben jedoch noch eine andere Substanz. Für das Auge hat diese zweite Substanz eine andere Färbung, ein aschgraues Aussehen, wie man es zu sehen bekommt, wenn man an irgendeiner Stelle in das Gehirn oder das Rückenmark eines Menschen oder eines Thiers einschneidet. Dieser sichtbare Unterschied setzt uns in den Stand, die Vertheilung der beiden Bestandtheile zu verfolgen und ihr gegenseitiges Verhältniss zu ermitteln. Im Gehirn des Menschen und der höhern Thiere finden wir eine merkwürdige Anordnung der Oberfläche in Wülste und Furchen, die man als Windungen bezeichnet und die in verschiedenen Richtungen verlaufen; diese gewundene Oberfläche besteht aus einer dünnen gleichmässigen Schicht der grauen Substanz, während die innere Masse im wesentlichen aus der weissen Nervensubstanz gebildet ist.

Die Eigenthümlichkeiten dieser beiden Bestandtheile sind erschöpfend studirt, sodass die Bedeutung beider mehr oder minder vollkommen feststeht oder wahrscheinlich ist.

Unter dem Mikroskop sieht man, dass die weisse Substanz, welche die Nervenfäden ganz und die Centren zum grossen Theil bildet, aus Fasern oder sehr dünnen Fädchen besteht, von denen jeder sichtbare Nerv ein Bündel darstellt. Die graue Substanz ist eine Mischung dieser Fasern mit einer

besondern Klasse von Körpern, die man Nervenzellen oder Ganglienzellen nennt — kleinen festen, runden, birnförmigen oder unregelmässigen Körpern, mit Fortsätzen zur Verbindung mit den Nervenfasern. Diese beiden Elemente — Fasern und Zellen — bilden mit umschliessenden Membranen, Blutgefässen und sogenanntem Bindegewebe das Nervensystem, sowol die Centren wie die Verzweigungen desselben.

Der erste bedeutsame Charakterzug dieser beiden Nervenelemente ist ihre Grösse. Beide sind ausserordentlich klein. Die grosse Masse der Nervensubstanz ist ein Aggregat von sehr vielen sehr kleinen Fasern und Zellen. Die Fasern sind $^1/_{1500}$ bis $^1/_{12000}$ Zoll dick, im Durchschnitt $^1/_{6000}$ Zoll. Wir unterscheiden zwei Arten von Fasern; die wichtigsten als „weisse“ oder „cylindrische“ bezeichneten Fasern bestehen aus 1) einer structurlosen äussern Hülle, 2) einer innern Schicht von fettiger Substanz, der Markschicht, und 3) einem centralen Faden, der nicht Fett, sondern Eiweiss (stickstoffhaltig) ist. Dieser centrale sogenannte „Achsencylinder“ ist der eigentliche Sitz der Function der Faser, und erscheint an den beiden Enden der Nerven allein, von den beiden Hüllen entblösst: seine Dicke ist nicht stärker als $^1/_{100000}$ Zoll.

Die Zellen oder Ganglienzellen haben sehr verschiedene Gestalt — rund, oval, birnförmig, geschwänzt und sternförmig. Sie bestehen aus einer

weichen Masse mit einem excentrischen rundlichen Körper oder Kern, der einen oder mehrere kleinere Sternchen, von oft farbigen Körnern umgeben, einschliesst. Ihr Durchmesser beträgt $^1/_{300}$—$^1/_{3000}$ Zoll. Obwol wegen der geringen Menge der grauen Substanz im Vergleich mit der weissen und wegen des grössern Durchmessers der Zellen, die Zahl dieser in einem Querschnitt geringer ist als die

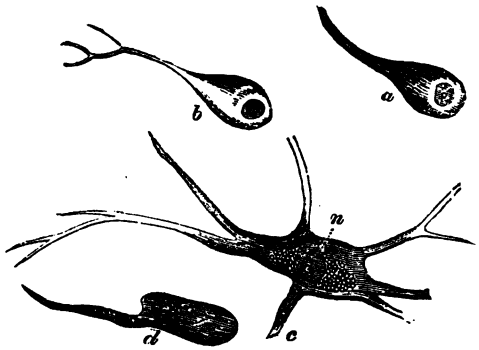


Fig. 1. Nervenzellen mit Kern, 170 mal vergrössert, a und b aus dem Kleinhirn; c und d aus dem verlängerten Mark; n der Zellkern.

der Fasern, so ist dennoch, da sie in drei Dimensionen liegen, während die Nerven nur in zweien liegen, ihre Menge weit grösser als die der sich verzweigenden Nervenfasern, wenn auch nicht so gross wie die Gesammtzahl der Faserverbindungen.

Fig. 1 zeigt uns die Zellen in ihren verschiedenen Hauptformen.

Wir können uns jetzt eine Vorstellung von der unermesslichen Anzahl der Nervenelemente im Ge-

hirn und in den Nerven machen. Man hat die Zahl der Fasern in einzelnen Nerven zu schätzen versucht. Der dritte Gehirnnerv (der gemeinsame Bewegungsnerv des Auges) soll aus nicht weniger denn fünfzehntausend Fasern bestehen.* In den Sinnesnerven sind die Fasern dünner; und in dem grossen Augennerven, dem Nervus opticus, muss die Zahl daher sehr gross sein, wahrscheinlich mindestens hunderttausend, vielleicht noch viel mehr. Die Zahl der Nerven, welche die weisse Substanz des Gehirns zusammensetzen, muss sich auf Hunderte von Millionen berechnen.

Mit dieser ungeheuern Menge der selbständigen Nervenelemente ist die Möglichkeit für die ungeheuere Anzahl der für die oben angedeuteten gewöhnlichen Leistungen des Menschen erforderlichen Verbindungen gegeben.

Auch über die Anordnung der Nervenelemente kennen wir mancherlei bedeutsame Thatsachen. Zunächst muss man beachten, dass die Nervenfasern von den Nervencentren ohne Unterbrechung und ohne untereinander zu verschmelzen, bis an die Aussenseite des Körpers verlaufen, sodass jede nothwendig nur ihre besondere Botschaft besorgt. Ohne dies würde trotz der grossen Anzahl keine Mannichfaltigkeit in der Verbindung möglich sein. Der Hauptzweck der beiden Hüllen scheint die vollständige Isolirung des Achsencylinders zu sein.

* In Kap. V findet sich eine Zeichnung (Fig. 3), in welcher der Uebergang der Fasern in Zellen dargestellt ist.

Sodann müssen wir uns merken, dass die Communication von einem Körpertheil zum andern — wie von der Haut der Hand zu den Muskeln des Arms — nicht den directen Weg von der einen Stelle zur andern nimmt, sondern immer durch ein Nervencentrum. Jede Nervenfaser, die von der Oberfläche des Körpers oder vom Auge oder vom Ohr ausgeht, zieht zunächst zum Rückenmark oder zu einem Theil des Gehirns; und jeder Einfluss, der durch Erregung dieser Fasern auf die Bewegungen geübt wird, geht von einem Nervencentrum aus. Wie bei der Post kein directer Verkehr zwischen zwei Strassen besteht, sondern jeder Brief erst durch das Centralbureau gehen muss, so geschieht auch die Uebertragung eines Einflusses von einem Gliede des Körpers auf ein anderes ausschliesslich durch Vermittelung eines Centrums oder (mit wenigen Ausnahmen) durch einen Theil der im Kopf und in der Wirbelsäule enthaltenen Nervensubstanz. Jede Vermittelung erfolgt durch die Centren, und dadurch wird nicht nur eine bedeutende Sparsamkeit in der leitenden Maschinerie erzielt, sondern auch dem Zusammenstoss verschiedener Botschaften vorgebeugt.

Wenn wir sagen, alle Nerven endigen in den Nervencentren, so meinen wir damit die graue Substanz, oder das Aggregat von Fasern und Zellen. Jeder Nerv endigt in einer Zelle, und von dieser Zelle gehen ein oder mehrere andere Fasern aus, entweder direct zum Körper zurück oder zu

andern Zellen, von denen dann wiederum neue Fasern ausgehen, ebenfalls entweder zu Zellen oder zur Haut. Im Gehirn und Rückenmark verbinden die meisten Fasern Zellen mit Zellen; nur eine kleine Anzahl geht nach aussen zu den Muskeln und stellt die Verbindung mit den Bewegungsorganen her.

Die Zellen sind sonach das Mittel des Zusammenhangs der ein- und austretenden Nerven und dadurch des Verkehrs zwischen den äussern Körpertheilen. In ihnen ist jedes System des verwickelten Ineinandergreifens ausgebildet, wodurch eine Einwirkung an einer Stelle sich wie eine Welle an viele andere Stellen hin fortpflanzen kann. Sie sind die grossen Kreuzungs- und Vereinigungspunkte, wo jeder Theil seine vielfachen Verbindungen mit den übrigen anknüpfen kann. Im ganzen Körper gibt es nicht einen Muskel, der nicht durch einen Druck auf die Spitze des Zeigefingers zu erreichen wäre; und diese vielverzweigte Verbindung wird durch die Nervenzellen hergestellt, gerade so wie durch Vertheilung der Poststationen und Poststrassen ein Brief von einem Dorfe in Europa mit grösster Geschwindigkeit nach jedem beliebigen andern Dorfe geschickt werden kann.

Ein dritter Punkt bei der Betrachtung der Nervenelemente — der Fasern und der Zellen — ist ihr Material, ihre Zusammensetzung oder ihre Beschaffenheit. Der eigentlich wirksame Theil (der Achsencylinder) der Faser ist aus einer eiweiss-

artigen Substanz zusammengesetzt. Aus demselben Material, verbunden mit körnigen fettigen Substanzen bestehen auch die Zellen. Die Substanz beider ist in hohem Grade unbeständig und durch äussere Einflüsse leicht veränderlich; aber von den beiden Elementen sind die Zellen für Veränderungen am empfänglichsten. Von der Art der Veränderung, die in dem einen oder dem andern vorgeht, können wir uns nur eine unbestimmte Vorstellung machen; es ist eine Veränderung, die sich, wenn sie einmal begonnen hat, längs der ganzen Strecke, wo der Zusammenhang nicht unterbrochen ist, fortpflanzt, und der nur durch Veränderung der Structur der Nerven gewisse Grenzen gesteckt sind. Die Wiederherstellung der veränderten Structur besorgt das Blut, welches die Nervenfasern in grosser Menge umfliesst, aber noch reichlicher in der grauen Substanz ist, welche die Zellen enthält; nach Herbert Spencer's Schätzung circulirt in der grauen oder zellenhaltigen Substanz fünfmal soviel Blut wie in der weissen oder faserigen. In diesen nur so unvollkommen verstandenen Veränderungen des Nervengewebes erkennen wir die Verkörperung dessen, was man als Nervenkraft bezeichnet. Dies ist ein Agens mit verschiedenen Kräften — mechanischen, chemischen und thermischen; alle rühren von der molecularen Umgestaltung der Nervensubstanz her, einer Veränderung, die durch einen Blutzufluss nach Massgabe der frei gewordenen Kraft ergänzt wird.

Kehren wir jetzt zur Betrachtung des Parallelismus zwischen den geistigen Leistungen und den körperlichen Veränderungen zurück. Einen wichtigen Punkt, von dem wir später noch ausführlicher zu sprechen haben werden, haben wir schon berührt — die Mannichfaltigkeit und die grosse Anzahl unserer geistigen Leistungen einerseits und die Menge der nervösen Elemente andererseits. Wenn unser Nervensystem aus höchstens tausend Fasern und tausend Zellen bestände, so wäre niemand im Stande uns zu zeigen, wie es möglich wäre, hiermit all die verschiedenen äussern Kundgebungen des Fühlens und Denkens herzustellen. Aber so gross die Anzahl und die Mannichfaltigkeit der Geisteszustände auch ist, das Nervensystem in seiner ungeheuern Ausdehnung und reichen Entwickelung entspricht derselben vollkommen.

Ein Beispiel, wie die Zahl der Elemente der Complicirtheit der Function entspricht, geben uns die Sinne. Der Sehnerv ist der grösste aller speciellen Sinnesnerven; seine Verästelungen in der Netzhaut sind zahlreich und dichtgedrängt. Dort finden wir neben den Fasern Nervenzellen, um die Empfindlichkeit gegen Lichterschütterungen zu steigern.

Während bei den mehr intellectuellen Sinnen — dem Gesichts-, Gehörs- und Tastsinn — die Nerven entsprechend der Schärfe und Sonderung der einzelnen Theile des Eindrucks schützende und isoli-

rende Scheiden besitzen, bestehen die Nerven des Geruchsorgans aus einem Geflecht scheidenloser Fasern, entsprechend dem Verschmelzen des Geruchseindrucks zu einem Ganzen ohne Unterscheidung von Theilen (Spencer).

Spencer hat darauf hingewiesen, dass wir zur Verstärkung der Empfindlichkeit des Gesichts und des Gehörs, wo der äussere Eindruck nur schwach ist, „Multiplicatoren" oder Mittel zur Steigerung der Intensität des Stosses, angebracht finden. So besteht im Auge die Netzhaut aus feinsten Fibrillen ohne Markscheide und aus Ganglienzellen, deren Substanz noch leichter erregbar als die der Fasern ist. Im Ohr verstärken die feinen Sandkörnchen (Otolithen) und die Stäbchen dadurch, dass sie in Bewegung gerathen, die Einwirkung auf den Gehörnerven.

Das dunkle Pigment des Auges, das uns durch die Pupille gesehen als ein tiefbrauner Schatten erscheint, ist eine wesentliche Bedingung des guten Sehens, indem es ein Mittel zur Verstärkung der Lichteinwirkung ist. Dr. Wm. Ogle hat darauf aufmerksam gemacht, dass auch im Gebiet des Riechnerven Pigment vorkommt, und sucht darauf die Verschiedenheiten in der Schärfe des Geruchs zurückzuführen. So schreibt er die Schärfe des Geruchs bei den Negern der grössern Menge des Pigments zu. Albinos und weisse Thiere können weder so fein sehen noch riechen wie dunkelfarbige Geschöpfe. Auch im häutigen Labyrinth des

Ohrs findet man schwaches Pigment. („Anosmia", by Dr. William Ogle, „Medicochirurgical Transactions", vol. LIII.)

Thatsachen wie diese zeigen uns, wie sehr der geistige Charakter von der Structur der materiellen Organe afficirt werden kann. Ein geringer Unterschied im Pigment eines Sinnesorgans, wodurch dasselbe grössere Empfindlichkeit erhält, kann die Neigungen, den Geschmack und die Triebe des Thiers, mit andern Worten, sein ganzes Schicksal, bestimmen. Beim Menschen kann der Umstand, dass der eine oder andere Sinn mehr oder minder empfindlich ist, den gesammten Charakter — den intellectuellen wie den moralischen — beherrschen. Der Contrast zwischen einer sinnlichen und einer reflectirenden Natur kann von den äussern Sinnesorganen, selbst unabhängig von der natürlichen Anlage des Gehirns, ausgehen. In diesem Falle würde das Nervensystem den einzelnen Sinnen folgen, statt an ihrer Spitze zu schreiten.

Was ferner die Uebereinstimmung zwischen Geist und Körper in Bezug auf ihre Wirkungsweise betrifft, so finden wir trotz des ausserordentlichen Unterschiedes der beiden Arten von Thätigkeit, der körperlichen und der geistigen, doch mancherlei Punkte, in denen dieselben zusammentreffen.

Eine merkwürdige Coincidenz ist die der Zeit. Durch eine Reihe geistreich erfundener und entscheidender Experimente hat man erfahren, dass die Nervenkraft sich mit einer Geschwindigkeit

von etwa neunzig Fuss in der Secunde fortpflanzt.* Dieses Mass ist an den Nervenfasern gewonnen und vernachlässigt den Verlauf in der grauen Substanz der Centren mit ihrer Masse von Zellen. Nun hängt die Zeit des vollständigen Ablaufs einer Handlung, die mit einer Reizung der Sinne beginnt und mit gewissen Bewegungen endet, zum Theil von der Zeit ab, die auf die Durchströmung der Nerven fällt, zum Theil von der auf die Durchströmung der Centren, wo eine Anzahl von Zellen zu passiren ist, verwandten Zeit. Man hat versucht, die Dauer dieses letzten Vorgangs zu schätzen, die bei der Natur der Sache ziemlich schwankend sein wird; denn die zu passirenden Centralmassen können nicht nur von verschiedener Ausdehnung sein, sondern es ist auch die Möglichkeit vorhanden, dass Ströme einander hemmen. Den Fall der geringsten innern Verzögerung bezeichnet man als Reflexthätigkeit, wo einem Reize ohne Dazwischenkunft des Willens eine Bewegung entspricht, wie man unwillkürlich zurückfährt, wenn man in die Hand gekniffen wird. Helmholtz hat durch Experimente an Frõschen gefunden, dass die Reflexthätigkeit eine Zeit von $^1/_{30}$ bis $^1/_{10}$ Secunde in Anspruch nimmt; nun konnte die Länge der ganzen Nervenstrecke nur wenige Zoll betragen, sodass, wenn diese Strecke ein ununterbrochener

* Diese Zahl ist die höchste, bisher gefundene. Die Geschwindigkeit schwankt in Wirklichkeit zwischen 30 und 90 Fuss in der Secunde. Anm. d. Red.

Nervenfaden gewesen wäre, wol kaum $^2/_{100}$ Secunden erforderlich gewesen wären.*

Man hat die zwischen einer Sinneswahrnehmung und einer Willensäusserung verstreichende Zeit unter Umständen gemessen, wo die gegenseitige Hemmung verschiedener Impulse ausgeschlossen war. Dazu bestimmt man die Zeit, die zwischen der Wahrnehmung eines Signals und der Beantwortung desselben durch die Hand verfliesst. Man vergleicht dann zwei Situationen: einmal ist der Mensch vorher vorbereitet, sodass er weiss, wo er einen Eindruck erhalten wird und welche Bewegung er ausführen soll; in diesem Falle richtet er seine Aufmerksamkeit auf die betreffenden Punkte. Das andere mal weiss der Mensch nicht, welcher Körpertheil berührt werden und welchen er bewegen soll; in diesem letztern Falle muss er einen Act des Urtheils oder der Ueberlegung ausführen, und der dadurch bedingte Zeitunterschied beträgt etwa $^1/_{14}$ Secunde. Man trennt zwei Personen durch einen Schirm; die eine soll eine Silbe aussprechen und die andere dieselbe so schnell wie

* Die zur Uebertragung von Reflexen nöthige Zeit ist von mir neuerdings gemessen worden. Sie hängt ab von der Stärke des Reizes, welcher den Empfindungsnerven erregt hat, indem sie für schwache Reize grösser ausfällt als für starke. Ausserdem ist eine längere Zeit erforderlich, um den Reiz auf die entgegengesetzte Seite zu übertragen, als wenn er auf Muskeln derselben Seite, auf welcher der Empfindungsnerv erregt wurde, übertragen wird. „Monatsberichte der berliner Akademie der Wissenschaften", Februar 1873. Anm. d Red.

möglich wiederholen. War die Silbe vorher verabredet, so beträgt die bis zur Wiederholung verlaufende Zeit $^1/_6$ bis $^1/_4$ Secunde, war sie nicht verabredet, $^1/_{12}$ einer Secunde mehr.

Du Bois-Reymond nennt als Beispiel einen Walfisch von neunzig Fuss Länge: derselbe wird mit einer Harpune in den Schwanz gestochen; um diesen Eindruck bis zum Gehirn zu leiten, würde eine Secunde erforderlich sein, ein Bruchtheil einer Secunde, sagen wir, ein Zehntel, um das Gehirn zu durchströmen, eine volle Secunde, um den Bewegungsimpuls zurückzubringen, sodass das Boot des Harpuniers über zwei Secunden Zeit haben würde, um der Gefahr zu entrinnen.

So haben wir also auf der einen Seite physiologische Beweise dafür, dass die Nervenkraft eine gewisse Zeit erfordert, und andererseits haben wir geistige Beweise dafür, dass eine Sinneswahrnehmung, ein Gedanke oder ein Willensact eine dem entsprechende Zeit erfordert. Unser Denken kann niemals den physischen Schritt der Nervenkraft überholen. Selten nur denken wir so schnell wie die Nervenkraft sich fortpflanzen kann; die Ursache davon ist, dass wir so oft entgegenarbeitenden Ueberlegungen das Gleichgewicht halten müssen, d. h. mit andern Worten, entgegengesetzte Nervenströme kommen zusammen und heben einander längere oder kürzere Zeit auf. Die oben angeführten Experimente zeigen uns das Minimum

von Zeit, das eine geistige Entscheidung in Anspruch nimmt.

Ein anderer Correspondenzpunkt in Bezug auf die Zeit ist der zum Zustandekommen eines Gefühls oder einer Gemüthsbewegung erforderliche Zeitraum. Jeder Reiz muss eine merkliche Zeit einwirken können, um ein merkliches Gefühl wach zu rufen — um uns eines Gefühlszustandes deutlich bewusst werden zu lassen. Wenn wir einen süssen Geschmack empfinden wollen, so müssen wir einige Zeit nach der ersten Berührung mit dem Nerven warten. Dies steht nun im vollsten Einklang mit unsern Vorstellungen von dem Wesen der Nervenkraft; die Molecularveränderungen in den Nervencentren, welche Gefühlszustände begleiten, bedürfen eines merklichen Zeitraums. Ferner hört eine Wahrnehmung nicht in demselben Augenblick auf, wo der Gegenstand derselben fortgenommen wird; und ebenso wenig kommt die in den Centren hervorgerufene Molecularbewegung auf einmal zur Ruhe, wenn der Nervenreiz aufhört.

Aus unserer Kenntniss der Molecularkräfte dürfen wir mit Gewissheit schliessen, dass die in den Nerven und den Nervencentren stattfindenden Molecularveränderungen eine Substanzveränderung hervorrufen, die bald eine Grenze erreicht und den Nerven zu weitern Veränderungen unfähig macht, bis der alte Zustand durch Ruhe und Assimilation wiederhergestellt ist. Hierzu müssen wir in unserer bewussten Erfahrung ein genaues Gegenstück

finden: jede Sinnesempfindung oder Gemüthsbewegung ist am lebhaftesten in dem Augenblick, wo sie erregt wird, wird mit der Zeit schwächer und nutzt sich endlich so vollständig ab, dass die weitere Fortsetzung des Reizes gar keinen Einfluss mehr hat. Die scheinbaren Ausnahmen und die Schwankungen des Grades beweisen nur die Regel. Eine Bedingung für eine grössere Leistungsfähigkeit in irgendeiner Empfindung ist lange vorausgehende Unthätigkeit; während einer andauernden Unthätigkeit gewinnen die Nerven und Nervencentren durch die immerwährende Nahrungszufuhr, während es zu gar keiner Ausgabe kommt, in einem aussergewöhnlichen Grade neue Kraft.

Bei der Anwendung äusserer Reizmittel, wie Wärme und Nahrung, wächst, wie jedermann zugeben wird, die Empfindlichkeit genau mit dem Reize, bis zu einem Punkte, wo die Einwirkung ihren Charakter ändert, indem zu grosse Wärme die Gewebe zerstört, zu starke Nahrungsaufnahme die Verdauung hindert. Es gibt, wenn wir es auch nicht mit numerischer Genauigkeit bestimmen können, ein sensationelles Aequivalent der Wärme, der Nahrung, der Muskelanstrengung, des Schalls, des Lichtes; es findet eine ganz bestimmte Veränderung der Empfindung, eine gleichmässige Steigerung des Behagens oder des Schmerzes statt, je nachdem die Temperatur um 10°, 20° oder 30° zunimmt. So gibt es für alle Verhältnisse ein sen-

sationelles Aequivalent des Alkohols, von Gerüchen, von Musik u. s. w.

Die bestimmte Beziehung zwischen den äussern Einflüssen und den menschlichen Gefühlen macht es uns möglich, menschliche Interessen von der allein zugänglichen objectiven Seite aus zu discutiren. Wir können die Gefühle unserer Mitmenschen nicht sehen; wir schliessen nur, dass ähnliche Einwirkungen auf alle nahezu denselben Einfluss ausüben. So können wir eines Menschen Glück nach der numerischen Menge gewisser Dinge wie des Geldes, nach dem Mangel oder geringen Grade gewisser anderer Dinge, wie Schmerzen und andern die Lebenskräfte herabdrückenden Ursachen abmessen. Und wenn die Schätzung auch immer etwas roh bleibt, so liegt das nicht an der Unbestimmtheit des sensationellen Aequivalents, sondern an der Complicirtheit des menschlichen Organismus und vor allen Dingen daran, dass die Linie, welche bei allen Reizmitteln die gesunden und die schädlichen Grade voneinander abgrenzt, so schmal ist.

Der einfachste Ausdruck, den wir für einen geistigen Zustand anwenden können, ist der eines Schlags, ein Wort, das ebenso auf die körperliche wie auf die geistige Seite passt. Einen plötzlichen Reiz des Auges, des Ohres, der Haut, der Nase bezeichnen wir dem blossen äussern oder physischen Aussehen nach als einen Schlag; aber wir reden auch in geistigem Sinne von einem Schlag, nicht

etwa weil das geistige Bewusstsein einem materiellen Gegenstande ähnlich sähe, der auf ein Sinnesorgan äusserlich einwirkte, wie eine tönende Glocke, sondern weil ein plötzlicher Uebergang aus der Ruhe in die Erregung vor sich geht; und darin sind die sonst so ganz verschiedenen physischen und geistigen Erscheinungen einander vollkommen parallel.

Die einzelnen Formen unserer Sinneswahrnehmungen weisen uns manche merkwürdige Uebereinstimmung zwischen den physischen und den geistigen Erscheinungen auf. Ich will die hervorragendsten davon auswählen. Denken wir zunächst an die gewöhnlichen Erfahrungen in Krankheiten, wo geistige Symptome als regelmässige Begleiter auftreten. Manche Gewebe sind, da sie nur wenig Nerven enthalten, auch nur wenig empfindlich, so die Knochen, die Nägel, die Haare u. s. w.; doch finden wir in dieser Beziehung einen allmählichen Uebergang. Wo ferner irgendeine Störung direct oder indirect auf das Gehirn einwirkt, da sucht der Arzt nach bestimmten entsprechenden geistigen Symptomen. Der Zustand des Gehirns bedingt den Zustand des Geistes. Betrachten wir z. B. die geistigen Symptome des Typhus, die man in dem Ausdruck „febrile Erschlaffung“ zusammenfasst. „Es besteht ausserordentliche Unfähigkeit zur Anstrengung der Denk- oder Bewegungskräfte. Der Gesichtsausdruck ist gleichgültig und gedrückt, abwesend, verwirrt; der Patient sieht aus als sei er

durch Trinken betäubt u. s. w.“ Kurz, der Geist ist ganz von dem körperlichen Zustande beherrscht; wir finden keine Spur von einer getrennten, unabhängigen, selbständigen, geistigen Kraft, die sich über alle Schwankungen des körperlichen Gerüstes frei erhöbe. Der praktische Arzt nimmt an, dass jeder geistigen Veränderung eine physische entspricht, bis zu diesem Punkte ist er Materialist.

Eine weitere interessante Uebereinstimmung besteht zwischen den physischen und den geistigen Erscheinungen in Bezug auf einen scharf ausgesprochenen Unterschied bei den Sinnesempfindungen, und zwar aller Sinne, zwischen den acuten und den voluminösen oder massiven. Ein scharfer Stich in den Finger oder eine heisse Kohle ruft acute Empfindungen hervor; die Berührung des ganzen Körper mit der Kleidung oder ein warmes Bad ruft voluminöse oder massive Empfindungen hervor. Nun kann man beobachten, dass eine acute Empfindung von einem intensiven Reiz auf einer kleinen Oberfläche, eine massive Wahrnehmung von einem sanftern Reiz auf einer ausgedehntern Oberfläche herrührt. Der Contrast ist bei allen Sinnen erkennbar. Eine Gasflamme verursacht eine acute Empfindung, diffuses Sonnenlicht eine massive. Ein hoher Ton auf dem Flageolet ist acut, ein tiefer Basston auf dem Violoncello oder der Orgel massiv. Das Meer, der Donner, das Getöse einer Volksmenge sind volu-

minös oder massiv infolge der Wiederholung auf einer weiten Strecke. Der Geschmack ist acut, das Verdauungsgefühl massiv. So bestimmt die blosse Weise des äusserlichen Eindrucks einen der deutlichsten Unterschiede in unsern Empfindungszuständen.

KAPITEL IV.

Allgemeine Gesetze des Zusammenhanges von Geist und Körper.*

Es ist nun unsere Aufgabe, die allgemeinsten Gesetze des Zusammenhanges von Geist und Körper zu entwickeln. Dieselbe ist sehr schwierig und noch lange nicht reif; doch wissen wir genug, um die Neugier zu befriedigen und nützliche Lehren daraus zu entnehmen.

Wir haben schon gesehen, dass man Grund hat anzunehmen, jedem geistigen Vorgange, jedem Erwachen des Bewusstseins, jedem geistigen Uebergange gehe ein nervöser Vorgang parallel; ist der eine mehr oder minder intensiv, so muss es auch der andere sein. Dies ist das allgemeinste Verhältniss, das wir in Bezug auf den Zusammenhang angeben können. Ist die Feststellung dieses

* In zwei von drei im Jahre 1865 in der „Fortnightly Review" erschienenen Aufsätzen habe ich zuerst die hauptsächlichsten hier vertretenen Ansichten über die physische Seite der Gefühle des Willens und des Verstandes ausgesprochen; der dritte enthielt eine historische Skizze der Theorien der Seele, die im letzten Kapitel weiter ausgearbeitet ist.

Punktes auch sehr wichtig, so ist dies doch zu unbestimmt, um uns genügen zu können.

Man nimmt jetzt allgemein an, dass der Geist drei Seiten der Anschauung — drei verschiedene Functionen — besitze, die man als Gefühl (incl. Gemüthsbewegung), Wille und Denken oder Verstand bezeichnet. Dieselben sind eine Dreiheit in der Einheit; so charakteristisch sie in ihren einzelnen Manifestationen sind, so sind sie doch in dem Grade voneinander abhängig, dass keine allein bestehen kann; weder der Wille noch der Verstand könnte existiren, wenn das Gefühl fehlte; und das Gefühl in seinem vollen Umfange trägt die Keime der beiden andern in sich. Wenn wir nun auch bei der Betrachtung der körperlichen Begleiterscheinungen des Geistes die drei Kräfte getrennt für sich untersuchen, so dürfen wir doch erwarten, gewisse grosse Gesetze zu finden, die das Ganze beherrschen.

Die Gefühle.

Wir alle kennen Lust und Schmerz und wissen, was indifferente oder neutrale Stimmungen sind. Wenn das Gefühl dem Willen und dem Verstande entgegengesetzt ist, so spricht es sich höchst charakteristisch in Lust und Schmerz aus; diese sind niemals mit Verstand vermischt, und wenn sie auch Motive für den Willen sind, so sind sie doch nicht der Wille. Aber es gibt auch Gelegenheiten,

wo wir angeregt oder einer Sache bewusst werden, ohne gerade Lust oder Schmerz zu empfinden: und wo wir nicht eigentlich wollen oder denken. Dahin gehört das Erstaunen; ferner die Stimmungen, die oft das Abnehmen unserer eigentlichen freudigen oder schmerzlichen Zustände begleiten. Wenn der schmerzvolle Eindruck eines Schreckens gewichen ist, dann bleibt noch ein Zustand des Gefühls als neutrale Stimmung. Nun gibt es Gesetze, die für alle Gefühle gemeinsam sind, und solche, die sich auf Lust und Schmerz im besondern beziehen.

Der unbestimmten Angabe, dass jeder geistige Vorgang von einem körperlichen begleitet ist, zunächst steht das Gesetz, welches dem fundamentalsten und allgemeinsten Attribut des Geistes ein physisches Gegenbild zuweist, und das man als das Gesetz oder Princip der Relativität zu bezeichnen pflegt.

Gesetz der Relativität.

(Hat für Gefühle wie für den Verstand Geltung.)

Eine Veränderung des Eindruckes ist nothwendig, wenn wir uns desselben bewusst werden sollen.

Erstens, auf der geistigen Seite.

Es ist eine allbekannte Beobachtung, dass eine unveränderte Einwirkung auf unsere Sinne, wenn

sie lange andauert, denselben Einfluss hat wie gar keine Einwirkung. Wir sind uns, beispielshalber, des Drucks der Atmosphäre nicht bewusst. Eine gleichmässige Temperatur, wie sich die Fische in den tropischen Meeren derselben erfreuen, lässt den Geist in Bezug auf Wärme und Kälte gänzlich leer. Das Gefühl der Wärme ist kein absoluter, unabhängiger, selbständiger Zustand des Geistes, sondern die Folge eines Uebergangs aus der Kälte; die Wahrnehmung des Lichts ist durch einen Uebergang aus der Dunkelheit oder dem Schatten oder aus einem geringern Beleuchtungsgrad in einen grössern bedingt. Um ein gewöhnliches Beispiel anzuführen, kommt dem Uhrmacher das ununterbrochene Ticken seiner Uhren gar nicht zum Bewusstsein; aber ständen sie alle plötzlich still, dann würde er auf einmal die Pause gewahr werden.

Es wäre sehr wunderbar, wenn ein so durchgreifendes Gesetz nicht häufig bemerkt und in der Literatur ausgesprochen wäre. Vielmal hat man es in mehr oder weniger bestimmter Form erkannt. Einen der bestimmtesten Ausdrücke dieses Gesetzes hat schon vor langer Zeit Hobbes gegeben: „Es ist für einen Menschen fast“ (er hätte sagen sollen „ganz“) „einerlei, ob er immer einen und denselben Gegenstand empfindet oder gar nichts.“

Das Princip ist auch in seinen Anwendungen auf die Gemüthsbewegungen ziemlich allgemein

anerkannt. Jedermann weiss, dass der Anfang des Uebergangs von der Krankheit zur Gesundheit, von der Armuth zum Ueberfluss, von der Unwissenheit zur Einsicht am intensivsten empfunden wird, und dass ebenso, wie die Erinnerung an den vergangenen Zustand schwindet, die Lebhaftigkeit der Freude über die Veränderung abnimmt. Shakspeare spricht von dem Elend, das nur selten auf seine Schätze blickt aus Furcht, „die feine Spitze des seltenen Vergnügens abzustumpfen", und lässt den gewandten Prinzen Hamlet sagen:

> Bestünd' das ganze Jahr aus Feiertagen,
> Das Spiel wär' uns so lästig wie die Arbeit.

Musse, Zurückgezogenheit und Ruhe sind nur durch den Contrast mit vorangegangener Arbeit und Aufregung angenehm. Die unaufhörliche Sucht nach Neuheit und Veränderung, nach beständiger Vermehrung des Reichthums und der Kenntnisse, das ewige Streben unsere Umgebung nach unserm Wunsche einzurichten — alles bezeugt die Existenz und die Bedeutung des Gesetzes der Relativität für alles, was uns zum Genusse gereicht. Es ist ein Gesetz, das einen Theil der Vortheile einer bevorzugten Lebensstellung zum grossen Theil ausgleicht, einen andern Theil aber, nämlich den Umfang, die Mannichfaltigkeit und die Abwechselung der freudigen Gefühle unberührt lässt.

Es liegt ausserhalb meiner augenblicklichen Aufgabe, nachzuweisen, wie das Princip der Relativität

in allen schönen Künsten unter dem Namen Contrast erscheint, wie es bedingt, dass in den mathematischen Wissenschaften und in jeder andern Art des Wissens zu jedem realen Begriff oder jedem realen Urtheil ein realer Gegensatz existiren muss; gerade — krumm; Bewegung — Ruhe; Geist — ausgedehnte Materie oder ausgedehnter Raum; kurz, dass die Erkenntniss niemals einfach, sondern immer doppelt ist, immer zwei Seiten hat, wenn auch die beiden Seiten nicht gerade immer ausgesprochen werden. Ich muss mich mit dieser kurzen Illustration des Princips selbst begnügen und mich nun zu dem physischen Gegenbilde wenden.

Zweitens, auf der physischen Seite.

Die Hauptsache ist, eine Vorstellung zu gewinnen, durch welche Einrichtung der materiellen Organisation es bewerkstelligt ist, dass eine andauernde Einwirkung aufhört, die zum Zustandekommen des Bewusstseins erforderliche Menge und Art der Nerventhätigkeit zu erzeugen.

Eine Erscheinung der Nerventhätigkeit haben wir schon erwähnt. Die Nervenfasern und Zellen unterliegen, wenn sie gereizt werden, einer Veränderung, durch die ihre Leistungsfähigkeit allmählich erschöpft wird; infolge dessen bedürfen sie der Erholung und Ruhe. Nun sind aber die ersten Momente eines Reizes immer die frischesten und erwecken das Bewusstsein am lebhaftesten. Diese Bedingung ist vor allem erforderlich, um einen Zustand angenehmer Empfindlichkeit dauernd zu

erhalten. Das Nervensystem muss sich gehörig durch Nahrung und Ruhe auffrischen und neue Kräfte sammeln, und darf niemals in irgendeinem Theile bis an die äussersten Grenzen der Erschöpfung getrieben werden. Dieselbe Bedingung passt für unsere active Leistungsfähigkeit in allen Beziehungen, im Verstande wie im Willen und in den Gemüthsbewegungen. Die Kraft ist auf ihrer Höhe, wo die erneuten Nerven frisch anpacken, und sinkt, je mehr wir uns dem Punkte der Erschöpfung nähern. Zwar finden sich auch einige Ausnahmen, so die allgemeine Erfahrung, dass man bei der Arbeit erst „warm werden" muss; das Maximum der Leistungsfähigkeit tritt also gewöhnlich erst einige Zeit nach dem Anfang ein; eine Erscheinung, die nur von dem gesteigerten Blutzufluss herrührt, der eine Folge einer gewissen Anstrengung ist.

Diese Thatsache ist von höchster praktischer Wichtigkeit und entspricht einigen unserer Erfahrungen über das Gesetz der Relativität oder der Veränderung der Eindrücke; aber die volle Bedeutung dieses Gesetzes ist darin noch nicht ausgesprochen. Uns bleiben vielmehr noch zwei Umstände zu erklären.

Der bestimmteste und charakteristischste Zug des Gesetzes der Relativität ist die Abhängigkeit der Intensität des Bewusstseins von dem Grade des Uebergangs — wenn man z. B. aus einer Temperatur, aus einer Art der Beleuchtung in die

andere übergeht. Nun hängt von dem Grad des Uebergangs der Grad der Veränderung in den Nerven ab, sei es indem die Nerven aus einem gleichsam schlummernden Zustande aufgerüttelt werden, oder indem ein steter Schritt, dem sich das System accommodirt hat, verändert wird.

Von den physischen Verhältnissen des Zustandes der Bewusstlosigkeit, des der geistigen Wachsamkeit entgegengesetzten Zustandes, kann man zwei Ansichten haben. Entweder ist nämlich die Nervenmasse als Ganzes in Ruhe, wie man sich etwa den Zustand tiefen Schlafs denken mag; oder es sind zwar noch Bewegungen in ihr vorhanden, aber ihr Lauf ist ebenmässig, stetig und unverändert. Für beide Ansichten kann man Thatsachen und Analogien anführen. Von der Entscheidung aber zwischen diesen beiden Annahmen hängt es ab, wie wir uns schliesslich die physische Bedingung alles Bewusstseins zu denken haben werden.

Was die erste Annahme betrifft, so erscheint es naturgemäss, sich vorzustellen, dass die Nerven aus einem Zustande vollkommener Ruhe in einen Zustand grösserer oder geringerer Thätigkeit oder Erregung, je nach dem auf sie ausgeübten Reize übergehen, und wir auf diese Weise zu Bewusstsein gelangen, während Nachlassen des Reizes und die Erschöpfung der Nerven wieder zu Ruhe und Bewusstlosigkeit führen. Wiesen uns nicht Thatsachen auf eine andere Erklärung hin, so könnten

wir diese als aller Analogie am entsprechendsten annehmen. Aber es gibt Thatsachen, die uns auf einen andern Weg weisen. Das Nervensystem verfällt nur selten in absolute Unthätigkeit. Im tiefsten Schlaf gehen die Reflexthätigkeiten ruhig fort; von diesen können wir allerdings absehen, da sie vom Bewusstsein losgelöst sind. Aber selbst, wenn wir in wachem Zustande mehr oder weniger in Thätigkeit sind und mehrere Sinne einer Reizung unterliegen, so sind wir uns doch oft entweder der Thätigkeit oder der Sinnesempfindungen durchaus unbewusst, und dazu ist weiter nichts nöthig, als dass diese während der Zeit monoton und unverändert sind. Die wahrscheinlichste Erklärung für diese so häufige Erfahrung dürfte die sein, dass immer Bewegungen der Nervenkraft vorhanden sind, dass aber das Bewusstsein aufhört, wenn diese keine Veränderung ihrer Intensität erfahren. Viele der bekanntesten Erscheinungen sprechen zu Gunsten dieser Ansicht, dass in jedem Zustande ein bestimmter niedriger Grad von Nerventhätigkeit besteht, so z. B. die auch im festesten Schlafe sich erhaltende Spannung der Muskeln.

Nach dieser Hypothese haben wir uns also vorzustellen, dass wenn alle Ströme des Gehirns sich vollkommen das Gleichgewicht halten und dauernd auf derselben Höhe bleiben — wenn keiner beginnt, stärker oder schwächer wird — das Bewusstsein oder das Gefühl Null, der Geist in Ruhe ist. Eine Störung dieses Zustandes ruft das Be-

wusstsein für eine Zeit lang wach: eine weitere Störung versetzt ihm einen neuen Ruck, und so fort: dabei verhütet die Mannichfaltigkeit der im wachenden Zustande einwirkenden Reize, dass wieder vollkommenes Gleichgewicht zu Stande kommt. Damit in Einklang steht die an Wechselfällen so reiche Natur des Geistes; der Gang des Bewusstseins ist eher einer Reihe von Explosionen als einem ruhigen steten Strom zu vergleichen. Dass wir gewöhnlich den Eindruck der Ruhe erhalten, liegt nur daran, dass die Erregung so unbedeutend und mässig ist; sobald nur einmal die Intensität des Gefühls beträchtlicher wird, so tritt der explosive Charakter aufs entschiedenste zu Tage.

Bei dem gegenwärtigen Zustande unsers Wissens darf man jedoch keine bestimmte Entscheidung zwischen den beiden einander entgegenstehenden Hypothesen zu geben versuchen wollen. Wir müssen auf ein Experimentum crucis warten, und vielleicht drückt keine von beiden das wirkliche Verhältniss richtig aus.

Die vorstehende Erörterung betrifft das Gesetz der Relativität, der Veränderung oder des Ueberganges, in seinem Zusammenhange mit dem Zustande des geistigen Wachseins oder dem Bewusstsein. Aber unter den concreten Beispielen für die geistige Erscheinung, wie wir sie oben besprochen haben, findet sich noch ein Umstand, der in dem bisher vorgebrachten noch nicht in Betracht gezogen

ist. Wir haben einen Eindruck nach einer gewissen Dauer in Abnahme gerathen lassen; aber es ist offenbar auch die Möglichkeit vorhanden, dass der Eindruck, nach einer genügenden Abspannung oder Unterbrechung, wieder in seiner ganzen Kraft erneuert wird.

Nun ergibt sich aber aus den von der geistigen Seite der Relativität mitgetheilten Erfahrungen unzweifelhaft, dass keine zweite Wiederholung eines Stoffes oder Reizes, sei es Lust oder Schmerz oder blosse Erregung, jemals den ersten ganz gleich wirkt, trotzdem dass den Nerven vollkommen Zeit zur Erholung von der Erschöpfung gegeben wäre. Bei jedem Eindruck findet eine gewisse Abnahme in der Stärke statt, wenn er aufs neue hervorgerufen wird. Darin spricht sich das allbekannte Gesetz der Neuheit aus.

Aller Wahrscheinlichkeit nach haben wir es hierin nur mit einer neuen und complicirten Phase des Gesetzes des Ueberganges zu thun. Wir müssen uns denken, das System accommodire sich jedem neuen Zustande der Dinge, indem es einen dauernden Eindruck empfängt (mit Hülfe des Gedächtnisses), und bei einem neuen Reize wirke diese Anpassung, indem sie die Schroffheit des Ueberganges, den Unterschied zwischen dem augenblicklichen Eindruck und den zuvorgegebenen Verhältnissen und Einrichtungen des Nervensystems verringern.

Es ist nicht nöthig, über diese allgemeine An-

deutung hinauszugehen. Bevor man keinen genauern Ausdruck für die Art der Nerventhätigkeit unter den einfachen Verhältnissen des blossen Ueberganges, von der andauernden Accommodation abgesehen, zu geben vermag, dürfen wir nicht hoffen, mit der Complication zweier Umstände etwas erreichen zu können. Immerhin besitzen die hier vertretenen Hypothesen über die physische Thätigkeit eine gewisse Wahrscheinlichkeit.

Das Gesetz der Ausbreitung.

Wenn ein Eindruck von einem Gefühl begleitet ist, so verbreiten sich die hervorgerufenen Erregungen frei über das Gehirn hin, wodurch eine allgemeine Erregung der Bewegungsorgane herbeigeführt sowie die Eingeweide afficirt werden.

Illustrativer Contrast. — Die sogenannten Reflexthätigkeiten (Athmen, Schlucken u. s. w.) sind der gewöhnlichen Annahme nach mit keinem Gefühl verbunden; gleichzeitig verlaufen sie in einem begrenzten Gebiet.

Zur Erklärung. — Es soll nicht gesagt sein, dass jede Faser und jede Zelle auf einmal afficirt werden könne, sondern nur, dass eine sich ausbreitende Welle hervorgerufen wird, die hinreichend stark ist, um den gesammten Körper in Bewegung zu versetzen.

Wir haben schon im allgemeinen gesehen, worin

die Nerventhätigkeit besteht. Ein Reiz auf eine empfindliche Oberfläche afficirt einen empfindlichen Nerven. Von dort pflanzt er sich auf ein Gangliencentrum fort und macht dort eine noch mächtigere Kraft frei, die durch motorische Nerven zu Muskeln geht. Die schliessliche Thatsache, auf die eine Reizung der Nerven hinausführt, ist eine Muskelbewegung. Aber bei den zahlreichen Kreuz- und Querverbindungen, welche das Zellenaggregat oder die graue Substanz bilden, geht der Reiz erst zu einer Zelle, dann verbreitet er sich nach und nach auf andere, bis er sehr viele ergriffen hat, bevor er zu den motorischen Nerven kommt, und wenn er zu diesen gelangt, dann sind sie so zahlreich, dass sie ein weites Gebiet von Bewegungen auslösen. Nun findet sich, dass das Bewusstsein oder das Gefühl mit der Ausdehnung der Welle oder der Zahl der erregten Centralzellen und infolge dessen der Zahl der eingeleiteten äussern Bewegungen zunimmt. Das Gefühl ist in dem Falle eines einfachen Reizes, der sich nur auf eine begrenzte Gruppe von Zellen erstreckt und nur eine einfache Bewegung hervorruft, erst im Entstehen begriffen. Wir dürfen auch dann nicht sagen, das Bewusstsein oder das Gefühl sei absolut nicht vorhanden; aber es beginnt erst, bestimmter zu Tage zu treten, wenn die Welle sich durch die Kreuz- und Querverbindungen der Zellen nach rechts und links ausbreitet, und nimmt mit der Ausdehnung dieser Welle zu. Wir müssen es als

eine fundamentale Thatsache annehmen, dass mit der Nerventhätigkeit auch das Gefühl anfängt. Wir können keine Grenze zwischen Nerventhätigkeit ohne Gefühl und Nerventhätigkeit mit Gefühl ziehen; wir können nur eine Scala des Grades verzeichnen. Immerhin aber kann man eine Unterscheidung der Nerventhätigkeit in unbewusste und bewusste vornehmen, die ganz bezeichnend für das allgemeine Gesetz der Ausbreitung ist.

Die Reflexthätigkeiten, — das Athmen, die Bewegungen des Darmes, das Augenblinzeln u. s. w. — werden bekanntlich durch Vermittelung des Rückenmarks und seiner unmittelbaren Fortsetzung an der Basis des Gehirns hervorgerufen, ohne Betheiligung des Gehirns. Die entsprechenden Bewegungen sind jedesmal auf die zu erfüllende Leistung beschränkt, auf die Brust beim Athmen, auf den Darm bei der Fortbewegung des Speisebreis u. s. w. Die Thätigkeiten sind von keinem Gefühl begleitet. So sehen wir die Hand eines Schlafenden bei Berührung sich schliessen oder den Arm sich zurückziehen. Dies nennt man Reflex; derselbe kommt durch die niedern Centren ohne seitliche Ausbreitung oder Communication zu Stande und ist auf eine einzelne beschränkte Muskelgruppe gerichtet. In solchen Fällen rührt die Beschränkung, wie wir oben gesehen haben, von der geringen Intensität der Kraft her. Die Wege zum Gehirn sind zwar offen, werden aber bei einer sehr schwachen Berührung nicht betreten.

Diese Thatsache der örtlichen Begrenzung ist ferner von der Thatsache des Mangels von Bewusstsein begleitet: Die Begrenzung der erfolgenden Reaction ist uns Beweis für die Beschränkung der Sphäre des Reizes, und solche isolirte Aeusserungen sind kaum, wenn überhaupt mit einem Gefühl verbunden.

Vergleichen wir damit, was bei einem stärkern Eingriff, z. B. einem heftigen Schmerz durch eine Wunde oder dergleichen an derselben Stelle, der Hand, geschieht. Es kommt zwar auch ein Reflex zu Stande, der Bewegungen des Arms hervorruft, aber dies ist nur ein kleiner Theil der Erscheinungen. Alle Glieder des Körpers kommen in Bewegung, die Gesichtszüge contrahiren sich mit dem bekannten Ausdruck, die Stimme stösst einen lauten Schrei aus und der ganze Körper geräth in Erschütterung. Aber mit blossen Muskelbewegungen ist der Effect noch nicht abgeschlossen: das Gesicht röthet sich, zum Beweise, dass die Circulation gestört ist; das Athmen wird beschleunigt oder umgekehrt; ein zeitweiliger Appetitverlust beweist, dass die Magensaftsecretion gehemmt ist; die Hauptfunctionen gerathen in Unordnung; und beim Weibe scheint es, als ob die Muttermilch verändert werden könne. Um so weitgreifende Wirkungen herbeizuführen, müssen die durch den Eingriff hervorgerufenen Nervenströme nicht blos dem Grade nach intensiv, sondern in ihrem Verlauf durch das Gehirn sehr ausgebreitet sein, sodass

sie im Stande sind, das gesammte System der ausführenden Nerven zu erreichen und in Thätigkeit zu versetzen.

Ich habe einen extremen Fall gewählt, um das Gesetz in ein möglichst helles Licht zu stellen. Wir könnten statt dessen andere Beispiele nehmen und zeigen, dass der Stärke des Gefühls der Grad der Ausbreitung sowie die Intensität der ausgebreiteten Aeusserungen parallel geht. Das Steigen und Sinken dieser beiden Erscheinungen in stetem Parallelismus gehört zu unsern gewöhnlichsten Erfahrungen; entlehnen wir ja von dieser Regelmässigkeit unser Hauptmittel, um auf die Stärke der Gefühle bei unsern Mitmenschen zu schliessen. Es würde auch leicht sein zu beweisen, dass die scheinbaren Ausnahmen von diesem Gesetze keine wirklichen Ausnahmen sind; dass bei sehr ruhigen Gefühlszuständen oder bei einem geringen Grade der Erregung die sich ausbreitende Welle nicht stark genug ist, um die Muskeln zu einer offenen Entfaltung ihrer Thätigkeit zu veranlassen; dass der Wille diese Entfaltung unterdrücken kann oder auch die Gewohnheit; dass wenn der Organismus durch einen frühern Einfluss so stark in Anspruch genommen ist, dass er einer neuen Ausbreitung widersteht, die Eindrücke nicht empfunden werden (wie bei der Unempfindlichkeit gegen Wunden während einer Schlacht).

Ich will mich bei diesen Beispielen nicht länger aufhalten und nur noch auf den Einfluss der Ge-

wohnheit auf die Abtödtung der Gefühle, welche mit unsern Handlungen verbunden sind, hinweisen, um zu zeigen, dass überall da, wo dieser abtödtende Einfluss stattgefunden hat, die sich ausbreitende Welle verhältnissmässig zurückgehalten und unterdrückt wird. Bei unsern ersten Versuchen zu schreiben, zu rechnen, ein Instrument zu spielen, zu sprechen oder bei jeder andern Art einer mechanischen Kunstausübung — entspricht der innern Empfindung der Mühe und der Schwierigkeit die Anzahl der ungeschickten und nutzlosen Gesticulationen. Andererseits kommt auf der Stufe der äussersten Gewandtheit und Uebung das Bewusstsein fast gar nicht mehr zur Geltung, und die allgemeine Ruhe des Körpers beweist, dass der Kräfteausfluss jetzt auf den einen für die richtige Ausführung der Bewegung nothwendig erforderlichen Kanal beschränkt ist. Dies ist eine Art von anerzogener Nachahmung der oben berührten primitiven Reflexbewegung; der Vergleich ist in der That so treffend, dass er die Physiologen veranlasst hat, gewohnheitsgemässe Bewegungen als secundäre Reflex- oder automatische Bewegungen zu bezeichnen. Ein Beamter an einem Signalposten ist nach langer Gewohnheit einem nur geringen oder gar keinem Nerveneinfluss mehr unterworfen, mit Ausnahme der einzelnen Verbindungslinie zwischen einer bestimmten im Auge sich abbildenden Figur und einer gewissen Handbewegung; die Seitenzweige der ursprünglichen Welle

sind verschwunden und das damit verbundene Bewusstsein ist bis auf eine kaum noch erkennbare Spur herabgesunken.

Man könnte das Gesetz der Ausbreitung auch zur Bestätigung der hypothetischen Erklärung des bei der Relativität besprochenen Accommodationsvorganges benutzen. Die mangelnde Intensität erneuerter Eindrücke könnte mit einer geringern oder schwächern Ausbreitung zusammenhängen. Nun wird uns die Betrachtung der physischen Grundlage des Gedächtnisses (Kap. V) zeigen, dass alle Nervenzustände eine Tendenz haben, bei wiederholter Reizung ihre Thätigkeit einzuschränken und in besondere mit den gerade auf sie folgenden Zuständen zusammenhängende Kanäle abzulaufen, wodurch an Stelle der plötzlichen Aeusserung einer Gemüthsbewegung ein verständiger Gedankengang tritt.

Durch Vereinigung der beiden Gesetze — der Relativität und der Ausbreitung — gelangen wir zu einem fasslichen Ausdruck der physischen Bedingungen alles Bewusstseins: eine Steigerung oder Veränderung der Nervenströme des Gehirns, die hinreichende Intensität und Ausbreitung besitzt, um das combinirte System der ausführenden Nerven (der motorischen wie der Eingeweidenerven) zu afficiren.

Allen verschiedenen Formen des menschlichen Gefühls entsprechen (so müssen wir annehmen)

verschiedene Ausbreitungsgrade im Gehirn, wie ihnen in einem sehr beträchtlichen Umfange verschiedene äussere Ausdrucksweisen entsprechen. Die äusserlichen Zeichen machen aber nur einen kleinen Theil der Einwirkungen auf die Muskeln und Eingeweide aus; viele Bewegungen erhalten nur einen beginnenden Reiz, der zu schwach ist, um eine Thätigkeit hervorzurufen (von den unterdrückenden Gegenimpulsen gar nicht zu reden), und die meisten Veränderungen der Eingeweide entziehen sich dem Auge des Beobachters gänzlich. Die ausgebreitete Welle der Nervenkräfte ist ein untrennbarer Begleiter der Gefühle. Die daraus folgenden Bewegungen und Geberden sind die universale Sprache des Gefühls und besitzen eine Constanz, die bei der sonstigen Mannichfaltigkeit des menschlichen Charakters sehr bemerkenswerth ist. Dies habe ich vorhin als erstes Argument für den durchgängigen Zusammenhang zwischen Geist und Körper vorgebracht, dasjenige Gebiet von Thatsachen, das der alltäglichen Beobachtung am offensten daliegt und trotzdem von den Anhängern der Trennung oder Selbständigkeit von Geist und Materie am beharrlichsten übersehen worden ist.

Die vielerlei Formen des Ausdrucks der Gefühle bilden ein für unser Thema sehr interessantes Studium; aber es muss genügen im Folgenden auf den einen charakteristischen Unterschied zwischen Lust und Schmerz hinzuweisen.

Gesetze von Lust und Schmerz.

Lust und Schmerz haben gewisse bekannte Triebfedern oder Ursachen, und ebenso sind ihr Verhalten und ihr Ausdruck in charakteristischer Weise verschieden. Es ist ein interessantes, obschon nicht gerade leichtes Problem, dies in ein oder mehrere allgemeine Gesetze des Parallelismus von Geist und Körper zusammenzufassen. Das Princip, welches das Gefühl im allgemeinen beherrscht, ist je nachdem das Gefühl den Charakter der Lust oder des Schmerzes annimmt, beträchtlichen Modificationen unterworfen.

Zunächst muss man beachten, dass Lust und Schmerz einander diametral entgegengesetzt sind wie Kälte und Wärme, auf und nieder, Soll und Haben, plus und minus. Die beiden vernichten einander, heben sich gegenseitig auf wie Kälte und Wärme. Demnach müssen die bei dem einen vorhandenen Umstände bei dem andern fehlen oder gar entgegengesetzt sein; einerlei welche Erregung mit Schmerz verbunden ist, das Gegentheil davon muss mit Lust verbunden sein. So dürfte eine Erklärung beide umfassen.

Das Gesetz der Selbsterhaltung.

Manchen Philosophen ist es aufgefallen, dass ein inniger Zusammenhang zwischen Lust und bedeu-

tender Vitalität oder Rüstigkeit des Organismus einerseits, und zwischen Schmerz und den Ursachen verminderter Vitalität oder der Schwäche und Erschöpfung des Organismus andererseits besteht. Plato und Aristoteles fassten in ihren Ansichten über die Lust deren Wesen als bedeutsam für die Wiederherstellung der Natur auf. Einige ähnliche treffende Aeusserungen finden sich bei Kant: — „Lust ist das Gefühl der Förderung, Schmerz das der Hinderung des Lebens.“ Ein sehr grosser Theil der Thatsachen lässt sich in folgenden Satz zusammenfassen, der als das Gesetz der Selbsterhaltung bezeichnet werden mag:

Zustände der Lust sind mit einer Steigerung, Zustände des Schmerzes mit einer Niederdrückung einiger oder aller Lebensfunctionen verbunden.

Dieses Princip umfasst Erfahrungen folgender Art: Das angenehme Gefühl der gesunden Anstrengung und der Ruhe nach gethaner Arbeit, das unangenehme Gefühl der Ermüdung; das angenehme Gefühl der Nahrungsaufnahme und der reinen Luft, das unangenehme des Hungers und des Erstickens; das angenehme Gefühl der Gesundheit im allgemeinen, und das unangenehme körperlicher Verletzungen und Krankheit. Diese wenigen Beispiele enthalten die Hauptthatsachen aus dem täglichen Leben und dem körperlichen wie geistigen Zustande eines jeden.

Es gibt jedoch einige merkwürdige Ausnahmen hiervon. Zum Beispiel: Kälte kann schmerzhaft

und doch gesund sein, wie im kalten Bade und bei scharfer schneidender Luft. Die Ausnahme bestätigt aber bei genauerer Betrachtung die allgemeine Regel und macht ihre Anwendung noch bestimmter. Ohne Zweifel setzt die Kälte die Thätigkeit eines sehr empfindlichen Organs der Haut, vielleicht auch die der Verdauungsorgane zeitweilig herab, während sie bei mässiger Intensität (d. h. bei der Stärke, wo sie gesund wirkt) durch den Capillarkreislauf die Thätigkeit der Lungen, der Muskeln und der Nerven erhöht; und der Contrast lehrt uns, dass wir, soweit die unmittelbare Lust in Betracht kommt, durch Herabsetzung der Functionen der Haut und des Magens mehr einbüssen, als wir durch Steigerung der Leistungsfähigkeit des Herzens, der Lungen, der Muskeln und sogar der Nerven selbst gewinnen.

Eine andere bemerkenswerthe Ausnahme ist die Schmerzlosigkeit mancher Krankheiten, sowie das gelegentliche Fehlen alles Schmerzes oder gar die Empfindung grossen Behagens im Krankenbett und beim Ende des Lebens. Dies ist der Punkt, auf den man so oft als schlagenden Beweis für den Triumph des Geistes über den Körper hingewiesen hat.

Die schon bei der Kälte gemachte Bemerkung findet in noch weiterer Ausdehnung auf diesen Fall Anwendung. Die Verbindung der Lust mit Lebensenergie und des Schmerzes mit Schwäche und Verlust der Functionen gilt von allen Organen

in gleicher Weise; einige sind verhältnissmässig unempfindlich, ihre Degeneration und ihr Zerfall scheint ohne Gefühl stattzufinden, während bei andern die geringste Functionsstörung Schmerzen hervorruft. Schwäche der Muskeln macht keine Schmerzen, ausser wenn wir gezwungen sind, uns über unsere Kräfte anzustrengen; ebenso kann das Nervensystem in Bezug auf Denkvermögen geschwächt sein, ohne Misbehagen herbeizuführen, vorausgesetzt, dass vollkommen Ruhe möglich ist. Andererseits führt alles, was die Ernährung oder die Verdauung beeinträchtigt, zu unmittelbarem Misbehagen; und noch entschiedener wirkt jede auch nur theilweise Störung der Reinigungsorgane, wie des Darms, der Leber, der Haut, der Lungen oder der Nieren. Es gibt Formen der Degeneration des Herzens, der Lungen, der Nieren und anderer Organe, die in die gewöhnlichen Functionen nicht eingreifen; ihr schädlicher Einfluss besteht darin, dass sie den Weg zu einem plötzlichen Zusammensturz vorbereiten.

Die Kräfte des Nervensystems sind sehr mannichfaltig und stehen oft in wechselseitigem Gegensatz. Verstandesschwäche, Zerfall des Gedächtnisses, Unfähigkeit zu denken sind an sich nicht schmerzhaft. Es gibt wahrscheinlich eine besondere Kraft des Nervensystems, die mit der angenehmen Stimmung des Geistes in Zusammenhang steht und vorhanden sein kann, wenn der Verstand uns im Stiche lässt, oder nicht vorhanden

sein kann, wenn der Verstand noch in voller Frische ist, eine Function, die sich bei verschiedenen Individuen in sehr ungleicher Weise äussert.

Die geistige Wirkung der verminderten Leistungsfähigkeit in den verschiedenen organischen Functionen erscheint schliesslich als ein Fehler im Gehirn selbst. Dürften wir annehmen, das Gehirn könne alle seine Functionen erhalten, dann könnten in andern Organen Störungen stattfinden, ohne den Geist herabzusetzen. Strenggenommen kann dies unmöglich eintreten. Aber eine Annäherung an diesen Zustand kommt bisweilen vor, nämlich dann, wenn das Blut, so wie es ist, im Ueberschuss zum Gehirn strömt und auf Kosten aller übrigen Interessen die Leistungsfähigkeit dieses aufrecht erhält, ein Zustand, der nicht permanent sein, aber doch eine Zeit lang andauern kann. In solchem Falle tritt eine ausserordentliche Steigerung der geistigen Functionen ein, die bis zu einem heitern und selbst ausgelassenen Vergnügtsein führen kann. Diesen Zustand können bei einer zum Theil schon zerrütteten Constitition auf einen kurzen Augenblick gewisse Narkotica hervorrufen; und ebenso tritt derselbe bisweilen in den letzten Stunden des Lebens ein. Oft sehen wir Kranke in den letzten Stadien der Auszehrung noch die sanguinischsten Hoffnungen auf Genesung hegen, ein Beweis, dass sie, statt geistig niedergedrückt zu sein, in einem entgegengesetzten, freudigen Zustande sind. Darüber bemerkt Dr. Patrick Nicol („Medical Report

of West Riding Asylum", 1872, p. 199): „das Blut, aus welchem sich Tuberkeln absetzen, scheint für das Gehirn die merkwürdige schädliche Eigenschaft zu besitzen, welche Delirium hervorruft"; in extremen Fällen führt es selbst Tobsucht herbei.

Das allgemeine Princip, wonach die Lust mit einer Steigerung der Lebensfrische in Zusammenhang steht, findet weitere Bestätigung in dem äussern Verhalten bei Lust und Schmerz; Lebhaftigkeit, Rührigkeit und Kraft in dem einen Falle, Mattigkeit und Schlaffheit in dem andern.

Das erste Gesetz für das Gefühl, wonach die Bewegung im Verhältniss zur Intensität des Reizes steht, erfährt bedeutende Modificirung, je nachdem das Gefühl angenehm oder schmerzhaft ist. Blosse Intensität des Reizes wirkt zwar darauf hin, der Bewegung Intensität zu verleihen, aber man muss auch den Charakter des Gefühls als Lust oder Schmerz oder neutrale Erregung in Betracht ziehen. Die sprachlichen Ausdrücke für angenehme Gefühle sind sehr bezeichnend für den Unterschied: Die Epitheta „lebhaft, heiter, vergnügt, ausgelassen" deuten auf ungewöhnliche Thätigkeit hin; die Epitheta „traurig, elend, kummervoll, niedergeschlagen, sorgenvoll, muthlos" dagegen auf Abgespanntheit, Niedergeschlagenheit und Unthätigkeit. In der Jugend sehen wir die Vereinigung der beiden Erscheinungen am deutlichsten hervortreten — geistiges Vergnügtsein und körperliche Energie.

Die Untersuchung der organischen Functionen beweist uns aufs schlagendste, dass dieselben bei vergnügter Stimmung in ihrer Wirksamkeit gesteigert werden: die Athmung wird beschleunigt, der Puls kräftiger, die Verdauung lebhafter. Bei Schwäche und Schmerz findet das Umgekehrte statt.

Eine scheinbare Ausnahme erfährt das Gesetz in den aufreizenden Wirkungen eines acuten körperlichen Schmerzes, wie in den Qualen und Kämpfen des Schmerzes überhaupt. Diese Ausnahme ist jedoch, wie uns die folgenden Betrachtungen lehren werden, keine in der Wirklichkeit begründete.

Zunächst wirken manche schmerzhafte Eingriffe einfach und allein niederdrückend, sie erheben nicht einmal den Anspruch oder den Schein, die Lebenskräfte aufzurütteln. Ein Schlag an das Schienbein wirkt im höchsten Grade erschlaffend; dieselbe Wirkung hat die Reizung einer frischen Wunde. Durch Quetschung, Druck oder Drehung mancher Körpertheile wird ein heftiger Schmerz hervorgerufen, der auf einmal alle Lebenskräfte lähmt. Die Kälte wirkt in ihren schmerzhaften Formen, abgesehen vielleicht von der Berührung mit einer kleinen gefrorenen Fläche, die einer Verbrühung ähnlich wirkt, hauptsächlich deprimirend; sobald sie umgekehrt auf eine Steigerung der Functionen hinwirkt, verschwindet der schmerzhafte Charakter. Beraubung, Unglück, Gefangenschaft, Scham, Gewissensbisse sind mit allgemeiner Lähmung der Lebensenergie verbunden.

Ferner lässt sich zeigen, dass die von acuten Schmerzen veranlasste heftige Muskelanstrengung mit einem Kraftverlust in den organischen Functionen verbunden ist; sie ist mithin blos eine krampfartige Aeusserung, das Resultat einer Kraftverschwendung. Der Magen, das Herz, die Lungen, alles wird in seiner Thätigkeit herabgesetzt, um eine gewaltige Muskelanstrengung zu ermöglichen.

Dass die Anstrengung forcirt und künstlich ist, beweist ferner die darauffolgende Mattigkeit; die Muskeln zeigen eine ganz andere Erschöpfung, als sie einem ähnlichen Aufwand gesunder Anstrengung oder in freudiger Erregung zu folgen pflegt.*

Endlich ist ein acuter körperlicher Schmerz eine Art der zeitweisen Steigerung der Energie; die Heftigkeit bedingt aber, dass der Schmerz auf einen sehr kleinen Kreis von Nerven beschränkt

* Es sind viele Fälle vorgekommen, wo ein plötzlicher Kummer, Schmerz oder Unglück den Tod oder Geistesstörung zur Folge gehabt hat; dies steht mit dem allgemeinen Gesetze vollkommen im Einklang. Auch sind Beispiele bekannt geworden, wo Tod oder Wahnsinn durch eine übermässige Freude veranlasst worden sind; doch sind sie so selten, dass sie kaum den Charakter von Ausnahmen besitzen. Extreme Intensität der Erschütterung, mag ihr Charakter sein, welcher er wolle, wirkt immer zerrüttend; aber in den Folgen besteht doch eine ungeheuere Verschiedenheit, je nachdem es sich um Intensität des Schmerzes oder Intensität der Freude handelt. Von dem einen Schlage erholt man sich in der Regel nur langsam und schwer, von dem andern dagegen schnell und leicht.

ist, sodass die schädlichen Einflüsse ebenfalls begrenzt sind, während der Reiz genügen würde, eine Welle mächtiger Nervenströme hervorzurufen. Der leise Schmerz eines Peitschenschlags reicht hin, um die Energie des Pferdes wach zu rufen, ohne die Vitalität zu beeinträchtigen. Der Schmerz der Geiselung aber, welcher aus einer grossen Anzahl von Schmerzen noch grösserer Intensität besteht, wirkt im höchsten Grade erschöpfend auf den ganzen Körper ein.

In diesem Gesetze der Lust und des Schmerzes besitzen wir den Schlüssel zu den Hauptformen des Ausdrucks der Gefühle. Die Organe des Ausdrucks durch gewisse Bewegungen sind an erster Stelle die Gesichtszüge, dann die Stimme, endlich die Bewegungen und Geberden des ganzen Körpers — des Kopfes, des Rumpfes und der Glieder. Bei angenehmen Gemüthsbewegungen gerathen diese ohne Frage in Thätigkeit; das Mienenspiel, die Geberden und die Haltungen weisen auf einen Zuwachs an Kraft hin. Die hervorragendsten Umstände bei diesen Aeusserungen sind die allgemeine Streckung des Körpers, der offene Ausdruck der Gesichtszüge, die mächtige Entfaltung der Stimme; alles weist darauf hin, dass die Streckmuskeln, welche bei weitem die grössten sind, stark gereizt werden. Wenn wir das Bedürfniss empfinden, einen Kräfteüberschuss aufzuwenden, so strecken und dehnen wir den Körper lieber als wir ihn beugen und zusammensinken lassen; das Gewicht

des Körpers selbst wird in dem einen Falle getragen, in dem andern nicht. Bei jeder Anstrengung, wie beim Gehen, beim Heben eines Gewichts, beim Rudern u. dgl. sind die Streckmuskeln in erster Linie thätig. Ihre Masse bedingt die muskulöse Gestalt, die Fülle der Waden, der Schenkel und der Hüften.

Auf der andern Seite führen Schmerz (kein heftiger), Misstimmung und Niedergeschlagenheit zur Erschlaffung aller dieser mächtigen Muskeln; daher eine allgemeine Beugung und Zusammengesunkenheit der Gestalt als Zeichen, dass die Quellen der Muskelkraft versiegt sind. Sehr sprechend ist der Unterschied der beiden Fälle in der Haltung des ganzen Körpers. Man vergleiche einen triumphirenden Sieger mit seinen Gefangenen — die Haltung des Schlagenden mit der des Geschlagenen.

Von diesem allgemeinen Gesetze gibt es eine merkwürdige Ausnahme, die schon den grossen Physiologen Johannes Müller in Berlin stutzig machte, und auch von Sir Charles Bell nicht gelöst wurde. Sie betrifft den Gesichtsausdruck. Während die Bewegungen bei freudiger Stimmung deutlich und energisch sind — das Heben der Augenbrauen, das Auswärtsziehen der Mundwinkel, so finden wir doch auch einige anscheinend energische Bewegungen, die für den Schmerz charakteristisch sind, — das Herabziehen der Augenbrauen, das Runzeln der Stirn, das Niederziehen der Mund-

winkel, das Hängenlassen der Unterlippe. Damit, dass wir eine Muskelgruppe haben, die bei freudiger, und eine andere, die bei schmerzlicher Stimmung stark in Thätigkeit geräth, haben wir blos zwei Arten von Thätigkeit und noch keinen Gegensatz. Und doch sind Lust und Schmerz einander so entgegengesetzt wie Wärme und Kälte. Was das Eine hervorruft, hebt das Andere auf, und keine Theorie der physischen Begleiterscheinungen ist vollkommen, welche diesen Gegensatz nicht in Rechnung zieht. Es würde eine sich selbst widersprechende Erklärung von Solvenz und Insolvenz sein, wollte man sagen, das Eine sei Vermögen in Fonds, das Andere Vermögen in Grund: und ebenso ist es ein Widerspruch, wenn man von Muskeln der Freude und Muskeln des Schmerzes spricht.

Ein Weg, die Schwierigkeiten zu vermeiden, besteht darin, dass man den genannten Contrast zwischen der Haltung in Freude und Schmerz, — aufrecht und zusammengesunken — noch ein wenig weiter führt. Man könnte annehmen, dass die Contraction der Beugemuskeln nur die Erschlaffung der Strecker unterstützen solle. Wenden wir diese Erklärung auf das Gesicht an, so würden wir zu untersuchen haben, ob der Gegensatz in den Muskelbewegungen in dem einen Falle die Anstrengung mächtiger Muskeln, in dem andern die Erschlaffung dieser durch die Einwirkung solcher von geringerm Kaliber erkennen lässt.

Eine schwache Anstrengung des kleinen Muskels, welcher die Augenbrauen runzelt, könnte man denken, vervollständige die Erschlaffung des mächtigern Muskels der Kopfhaut, welcher die Augenbrauen hebt; ein geringer Kraftaufwand in den den Mund umgebenden Muskeln könnte die starken Musculi zygomatici und den Musculus buccinatorius, die beim Lächeln und Lachen angespannt werden, zu vollkommener Erschlaffung bringen.*

* Eine ganz neue Wendung hat die Erklärung der Gesichtsausdrücke in Lust und Schmerz zuerst durch Herbert Spencer, in der neuen Ausgabe seiner „Psychology", und dann in Darwin's neuestem Werk über den „Ausdruck der Gemüthsbewegungen" genommen. Das Neue liegt in der Anwendung der Lehre von der Entwickelung und Vererbung zur Erklärung der speciellern und charakteristischen Formen des Gesichtsausdrucks, wie z. B. des Stirnrunzelns, Lächelns, Schmollens, Herabziehens der Mundwinkel.

Es liegt ausserhalb der Aufgabe dieses Werks, die menschlichen Gefühle im einzelnen sei es ihrem innern Charakter oder ihrer äussern Darstellung nach zu discutiren, und ebenso wenig ist es mein Zweck, auf die Vorzüge der Entwickelungstheorie in ihrer Anwendung auf den Geist hier einzugehen. Ich stimme den von diesen beiden grossen Autoritäten vertretenen Ansichten vollkommen bei, obwol ich auf das Gesetz, wonach Lust mit einer Steigerung an Lebensenergie, und Schmerz mit einer Herabsetzung derselben zusammenhängt, mehr Nachdruck als beide gelegt habe. Was mein erstes Gesetz — das Gesetz der Ausbreitung — betrifft, so haben sowol Spencer wie Darwin dasselbe zwar in andern Worten, aber im wesentlichen in derselben Weise aufgefasst. Es ist das dritte der von Darwin zur Erklärung der Ausdrucksformen benutzten Gesetze — er nennt es das Gesetz der „directen Einwirkung des erregten Nervensystems".

Eine Betrachtung der beiden gewaltigen krampfartigen Ausbrüche — des Lachens und Schluchzens — nach den Angaben Sir Charles Bell's bestätigt das Gesetz aufs entschiedenste; das eine

Darwin liefert gelegentlich manche schlagende Illustrationen und Bestätigungen des Gesetzes von Lust und Schmerz. Unter den Erscheinungen lange zehrenden Kummers bemerkt er: „Die Circulation wird träge, das Gesicht bleich; die Muskeln werden schlaff, die Augenlider matt; der Kopf hängt auf die zusammengezogene Brust herab; die Lippen, Wangen und der Unterkiefer sinken alle unter ihrem eigenen Gewichte herab." (S. 179.) Man vergleiche damit den Ausdruck eines jungen Ehepaares im Anfang seiner Flitterwochen.

Darwin's zweites Gesetz, das er das Princip des Gegensatzes nennt, führt ihn gleichfalls gelegentlich dazu, einige Beispiele von der entgegengesetzten Wirkung von Lust und Schmerz anzuführen, als eine der verschiedenen Formen des Gegensatzes oder der Tendenz, aus einem Ausdruck in den entgegengesetzten überzugehen, selbst dann, wenn der entgegengesetzte Geisteszustand auch keinen entgegengesetzten Ausdruck hervorrufen würde. Das Princip des Gegensatzes ist im Vorhergehenden in zwei Formen berührt worden — einmal als Fundamentalgesetz für Lust und Schmerz (Selbsterhaltung) und zweitens als Anwendung der unbedeutenden Beugemuskeln zur Vervollständigung der Contraction der mächtigen Strecker und Sicherung eines vollkommenern Ruhens und Zurücktretens der Nervenreize.

Das gewaltsame Drehen und Winden bei acuten Schmerzen wird von Darwin auf Vererbung der Gewohnheit zurückgeführt, zur Beseitigung des Schmerzes Anstrengungen zu machen. Er ist sogar geneigt, die durch Freude bei Thieren hervorgerufenen Bewegungen als mit dem Trieb zur Jagd und Nahrungsaufnahme durch Association zusammenhängend zu betrachten, gibt aber zu, dass das Gefühl der Lust selbt mit gesteigerter Lebhaftigkeit der Circulation und der Nervenkraft verbunden sei.

weist in allen Punkten auf eine Steigerung der Vitalität, das andere auf einen Verlust, eine Abnahme derselben hin. „Der ganze Ausdruck eines Menschen in guter Laune ist das genaue Gegentheil von dem eines an Kummer Leidenden.“ (Darwin, S. 213.) In beiden Fällen kann es zu gewissen Kraftäusserungen kommen: aber während die Energie des Lachens keine nachtheiligen Folgen hinterlässt, folgt auf die Energie krampfhaften Kummers äusserste Niedergeschlagenheit.

Das im Vorangehenden besprochene Gesetz ist als Gesetz der Selbsterhaltung bezeichnet, weil ohne dasselbe der Organismus sich nicht erhalten könnte. Wäre Lust schädlich und Schmerz gesund und wir gingen der Lust nach und vermieden den Schmerz, so würde unsere Lebenskraft bald Schiffbruch leiden, wie es oft durch gewisse Neigungen, die Ausnahmen von dem allgemeinen Gesetz darstellen, zum Theil geschieht.

Das Gesetz der Reizung oder Uebung.

Die Reizung oder Anstrengung der Nerven mit gehöriger Berücksichtigung ihres Zustandes ist angenehm, die Ueberschreitung dieser Grenze schmerzhaft.

Die blosse Anwesenheit der Nahrung, d. h. des Blutes, ruft noch nicht alle Nerventhätigkeit hervor, für die das Blut die Mittel zu liefern im Stande ist und welche die Nerven mit Sicherheit leisten können; die Sache liegt vielmehr so, dass

das Blut die Kraft in dem Augenblicke abgibt, wo die Nerventhätigkeit erregt wird. Nun ist diese Reizung der Nerven, solange sie in gehörigem Grade geschieht, mit Lust verbunden, während es einen Grad gibt, wo sie immer schmerzhaft wirkt; in beiden Beziehungen finden sich Unterschiede nach der Individualität.

Beginnen wir mit der Betrachtung von der Seite des Schmerzes, so können wir als zwei Hauptzustände 1) den Conflict und 2) die Intensität betrachten.

Erstens. Wenn wir sagen, der Conflict mehrerer Reizungen sei schmerzhaft, so sprechen wir damit nur eine Folge der ersten Behauptung aus. Conflict ist eine Verschwendung von Lebensenergie und wird somit wahrscheinlich mit einer Herabsetzung der geistigen Spannung verbunden sein. Dieser einfache und leicht verständliche Grundsatz fasst eine weite Erfahrung zusammen: er umfasst das freudige Gefühl der Harmonie und das schmerzliche Gefühl der Disharmonie, das freudige Gefühl einer freien Hingebung an alle unsere Impulse und das schmerzliche Gefühl des Zwanges, der Behinderung und der Durchkreuzung unserer Plane, das freudige Gefühl, Aehnlichkeit, Uebereinstimmung, Consequenz und Einheit zu entdecken, und das schmerzhafte Gefühl der Inconsequenz und des Widerspruches.

Zweitens. Was die Intensität betrifft. Heftige, übermässige und plötzliche Reizung ruft aus ver-

schiedenen Gründen Schmerz hervor. Im Gegensatz zu dem Gesetz, wonach Lust mit Lebensenergie verbunden ist, veranlasst dies eine augenblickliche Erschöpfung der Leistungsfähigkeit der betroffenen Nerven; man kann es jedoch auch so auffassen, als entstände dadurch ein Conflict mit den im Gehirn vorherrschenden Strömen, die sich nicht auf einmal dem neuen Impuls fügen können. Obgleich also nach dem allgemeinen Princip der Relativität dadurch ein starkes Gefühl wach gerufen wird, so sind doch die Bedingungen eines angenehmen Gefühles nicht erfüllt.

Conflict und Heftigkeit sind also zwei Hauptformen der schmerzhaften Reizung und erklären eine sehr beträchtliche Anzahl unserer Schmerzen. Bei fast allen, wenn nicht allen Empfindungen dreier der Sinne — nämlich des Tast-, des Gehör- und Gesichtssinnes — ist der Schmerz entweder Disharmonie oder Uebermass. Ein Schlag auf die Haut, ein Locomotivenpfiff nahe beim Ohr, ein blendendes Licht werden eben durch den Grad oder das Uebermass des Reizes, den sie ausüben, scharf und schmerzhaft. Beim Gehör und Gesicht gibt es ausserdem die Schmerzen der Disharmonie. Von den beiden übrigen Sinnen, dem Geschmack und Geruch, können wir nicht dasselbe sagen. Wir wissen nicht, wie die Nerventhätigkeit bei einem bittern Geschmack, etwa von Chinin oder Russ, beschaffen ist; und ebenso wenig können wir sagen, dass der Uebergang von Süss zu Bitter

ein Uebergang von einem mässigen zu einem übermässigen Reiz sei. Es kann sein, dass die Leistungsfähigkeit der Nerven bei einer andern Art des Einflusses durch die blosse Heftigkeit des Reizes erschöpft wird, aber darüber besitzen wir keine positiven Kenntnisse. Dasselbe gilt vom Geruch.

Die Betrachtungen über die negative Seite der Reizung — die Seite des Schmerzes — umfasst implicite auch die positive. Die Reizung ist als solche angenehm. „Der Mensch liebt die sinnliche Empfindung", sagt Aristoteles. Für das Auge ist das Sehen, für das Ohr das Hören, für die Haut das Fühlen an sich angenehm. Wir können allerdings mit Bezug auf die gewöhnliche Befriedigung unserer fünf Sinne nicht sagen, sie steigern die Vitalität — in geringem Grade mag es vielleicht der Fall sein; wir können nur sagen, sie wirke insofern auf die Vitalität, als sie diese zu Nervenerregungen veranlasse, die uns das Gefühl der Lust erwecken. Es ist angenehm, einen Theil der Kräfte des Organismus zur Nerventhätigkeit zu verwenden; es ist dagegen nicht angenehm, darin über einen gewissen Punkt hinauszugehen. Und wenn der Reiz diesen Punkt überschritten hat, sodass die Lust sich in Schmerz verwandelt, dann kann die angenehme Spannung nur durch Ergänzung der vitalen Leistungsfähigkeit hergestellt werden, nach dem Princip, wonach Lust mit Vitalität verbunden ist.

Als Bestätigung des Gesagten kann ich einen

Punkt aus unserer Erfahrung in Bezug auf das Gefühl der Lust anführen, nämlich den grossen Werth solcher Reizmittel, die nicht intensiv, sondern voluminös wirken — die eine grosse empfindliche Fläche mässig afficiren, oder viele Nerven auf einmal: ein bekanntes Beispiel dafür ist ein warmes Bad, oder die Musik eines starken Chors. Dieselbe angenehme Wirkung hat eine Veränderung oder Abwechselung: der Reiz wird vielfältiger und kein Theil kommt bis zur Erschöpfung.

Der letzte Punkt, den ich berühren will, ist das dunkle Kapitel der narkotischen Reizmittel — Alkohol, Thee, Taback, Opium u. dgl. Bei ihrer Wirkung kommt kaum, wenn überhaupt, eine Steigerung der Vitalität in Betracht; sie greifen vielmehr unsere Vitalität an, selbst bis sie weit unter ihren Gleichgewichtszustand gesunken ist, und verschieben nur das Gefühl der Herabsetzung auf den andern Tag. Es ist wahrscheinlich, dass der Einfluss der Narkotica sehr complicirt und nicht für alle der gleiche ist. Wir können aber getrost behaupten, dass sie einen extremen Fall des Princips der Reizung darstellen, im Gegensatz zum Princip der Erhaltung der Vitalität; sie sind die grossen Consumenten derselben, nicht ihre Producenten; sie schalten in der Nerventhätigkeit über unsern Kraftvorrath in einem weit höhern Grade und mit gefährlicherer Freigebigkeit als die gewöhnlichen Reizmittel der Sinne.

Die physische Theorie von Lust und Schmerz

hat eine unmittelbare Bedeutung für die Bestrafung und die Gefängnissdisciplin. Ich wohnte im Jahre 1861 zu Manchester einer Debatte über diesen Gegenstand in einer der Sectionen der britischen Naturforscherversammlung bei. Die Redner empfahlen furchtbar abschreckende, aber der Gesundheit des Verurtheilten doch nicht schädliche Strafen. Aus Ueberzeugung von der Richtigkeit der hier eben dargelegten Lehre konnte ich nicht umhin auszusprechen, das erstrebte Ziel sei ein Widerspruch mit sich selbst. Zwischen der Zufügung eines Schmerzes und der Zerstörung der Lebensenergie ist, wenn überhaupt einer, nur ein sehr spärlicher Raum. Drückte das erste der beiden oben aufgestellten Principien (der Zusammenhang zwischen Lust und Erhaltung des Lebens u. s. w.) die ganze Wahrheit aus, dann würde es überhaupt keinen Zwischenraum geben; aber nach dem zweiten Princip (dem der Reizung) ist die angedeutete Wirkung möglich. Man kann es nicht als allgemein gültig hinstellen, dass Reizmittel die Lebensenergie steigern; sie sind vielmehr gewöhnlich nahe daran, dieselbe zu zerstören, und zerstören sie häufig wirklich. Folglich kann man nicht sagen, dass die Zurückhaltung von Reizen — von Alkohol, Taback, Thee, erheiternden Anblicken, von dem Getöse des Geschäftslebens, von Gesellschaft, anregender Lektüre u. s. w. — nothwendigerweise die Lebenskräfte herabsetze; sie kann sogar dazu dienen dieselben zu erhalten. Werden sie aber in

dem Masse vorenthalten, dass man sich heftig nach ihnen sehnt (und thut man das nicht, dann ist ihr Verlust keine Strafe), dann ist der Zustand des Sehnens ein innerer Conflict, welcher die allgemeine Vitalität vermindert. Wenn die Sehnsucht nach einiger Zeit nachlässt, dann hört auch die Niedergeschlagenheit, aber damit zugleich die Strafe auf. Man könnte dann vielleicht denken, mit der Anwendung eines schmerzlich heilsamen Mittels den Nagel auf den Kopf zu treffen, wie es bei dem kalten Bade, der gut ventilirten und mässig erwärmten Zelle, der Reinlichkeit, abgemessener Nahrung, emsigem Fleiss und Regelmässigkeit des Lebens der Fall ist. Wenn sich jedoch der Sträfling diesen verschiedenen Massregeln nicht bereitwillig fügt, dann wirken sie mehr herabsetzend als heilsam; und wenn sein Organismus sich ihnen anpasst, d. h. wenn sie schliesslich seine Anlage und seine Gewohnheiten bessern, dann sind sie keine Strafe mehr. Bei der erwähnten Debatte bemerkte einer der Redner, der, glaube ich, in officieller Verbindung mit einem londoner Gefängniss stand, dass entlassene Sträflinge in der Regel in ihrer Gesundheit heruntergekommen seien. Man hat allerdings auch bisweilen das Gegentheil behauptet; ich möchte dagegen zwischen diesen beiden Ansichten dahin entscheiden, dass ich sage, in allen Fällen, wo die Gefängnisshaft als eine ernste Strafe wirkt, ist die Verschlechterung so gut wie gewiss. Derselbe Redner bemerkte, körper-

liche Züchtigung habe den Vortheil vor Gefängniss, dass sie zwar ein heftiger abschreckender Schmerz sei, aber doch nicht in demselben Grade einen dauernden Schaden nach sich ziehe.*

* Die beiden Formen der Bestrafung durch physische Gewaltmassregeln sind schwere Muskelanstrengung (harte Arbeit, Drehmühle, Tretmühle) und Prügelstrafe. Die eine wirkt durch das Muskelgewebe, die andere durch die Haut auf die Nerven. Man hat nicht die Absicht, die Muskeln oder die Haut als solche zu beschädigen; der Zweck ist nur, die Nerven in einen schmerzhaften Zustand zu versetzen. Da es jedoch bei schweren Strafen kaum möglich ist, eine dauernde Beschädigung der dazwischenliegenden Gewebe — der Muskeln oder der Haut — zu vermeiden, so müsste man ein Mittel ausfindig machen, um die Nerven allein zu afficiren. Man könnte also zur Elektricität greifen. Durch elektrische Schläge und Ströme, namentlich mit Faraday's magnetoelektrischer Maschine, welche die Ströme beständig unterbricht und wieder erneuert, kann man jeden beliebigen Grad von Qual erzielen, und dabei könnte man eine Abstufung der Intensität mit wissenschaftlicher Genauigkeit innehalten. Wie lange die Nerven eine dauernde Störung durch starke Anwendung von Elektricität ertragen würden, ist noch eine Frage, wahrscheinlich nicht mehr als durch eine gleiche Menge von Schmerzen durch die Muskel- oder Hautbestrafung, während immerhin der Schaden auf das Nervengewebe beschränkt wäre. Die Bestrafung würde für den Zuschauer und das allgemeine Publikum weniger empörend sein als die Prügelstrafe, während sie für den Verbrecher nicht weniger schmerzhaft wäre; das Geheimnissvolle derselben würde die Einbildung reizen und es wäre keine Haltung denkbar, um die Schmerzen zu erleichtern. Die furchtbare Gewalt, die der Strafende mit der leisesten Fingerberührung ausübt, würde die demüthigende Hülflosigkeit des Unglücklichen noch fühlbarer machen.

Wenn die Todesstrafe noch beibehalten werden soll, dann

Der Wille.

Der Wille oder die willkürliche Thätigkeit ist äusserlich eine physische Erscheinung; eine der mechanischen Haupttriebfedern sind die animalischen Muskeln unter dem Einfluss der gereizten Nerven; die bewegende Kraft des Muskels ist ebenso rein physisch wie die bewegende Kraft des Dampfes; Nahrung ist für die eine, was für die andere Feuerung ist. Die unterscheidende Eigenthümlichkeit unserer willkürlichen Bewegungen ist die, dass sie vom Gefühl aus ihren Ursprung nehmen und vom Verstande geleitet werden; mithin ist, soweit der Wille in Betracht kommt, das Problem des Parallelismus der physischen und geistigen Er-

liesse sich viel für die Abschaffung des Hängens und die Ersetzung desselben durch einen elektrischen Schlag sagen. Da jedoch die öffentliche Meinung der Vernichtung des Lebens als Strafe immer abgeneigter wird, so könnte die Verbindung von Gefängnissstrafe mit elektrischer Behandlung bis auf eine Höhe gesteigert werden, welche allen Anforderungen in Betreff der Widervergeltung gegen die Missethäter genügen würde. Lord Romilly hat einmal bemerkt, Gefängniss mit zeitweiliger Prügelstrafe würde viel schlimmer sein als unmittelbare Hinrichtung. Die Idee würde für die ganze menschliche Gesellschaft zu schmerzhaft sein, während eine mehr raffinirte Schmerzzufügung an allen ausser an dem Leidenden selbst unbeachtet vorübergehen würde. [Diese ganze Erörterung wird wol kaum von den jetzigen Kennern des Strafrechtswesens gebilligt werden, da die Zufügung von Schmerz schwerlich als der Hauptzweck der Strafe anerkannt wird.

Anm. d. Red.]

scheinungen entweder ein Problem des Gefühls oder des Verstandes. Die Ausbildung und Verbesserung unserer Willenskraft ist eine Hauptaufgabe unserer Erziehung; und der Vorgang der Erziehung steht gänzlich unter der Leitung des Verstandes. Ich werde mich demnach, was den Willen betrifft, auf eine kurze Darstellung der damit zusammenhängenden Vorgänge beschränken, von denen wir einen bereits oben bei den Gefühlen berührt haben, und der auch beim Verstande wieder eine Rolle spielen wird. Zum Willen rechne ich im ganzen drei Elemente: zwei primitive, instinctive oder ursprüngliche, und als drittes einen Vorgang der Erziehung oder Erwerbung.

Das erste ursprüngliche Element ist die spontane Energie oder überschüssige Thätigkeit des Organismus oder die Neigung der Bewegungsorgane, schon vor der Reizung der Sinne oder der Gefühle und unabhängig davon in Thätigkeit zu gerathen, wobei denn die Thätigkeit gesteigert wird, wenn ein solcher Reiz mit der ursprünglichen spontanen Neigung zusammentrifft. Ich glaube, es lässt sich mancherlei dafür anführen, dass die überfliessende Rührigkeit, welche mit Gesundheit, guter Ernährung, Jugend und einem eigenthümlichen als activ bezeichneten Temperament verbunden ist, zum grossen Theil aus einem innern Thätigkeitstriebe entspringt, anfangs ohne Zweck, nur um sich auszubreiten; und dass diese Thätigkeit erst nach und nach unter die Leitung

der Gefühle und Zwecke der Thiere kommt. Es ist die überschüssige Nervenkraft des Systems, welche sich entladet, ohne den Anstoss von der Sinneswahrnehmung erst abzuwarten. Im Laufe der Erziehung wird die Spontaneität so mit unsern Gefühlen verkettet, dass sie zu einem Instrument unsers Wohlergehens wird, indem sie freudige Gefühle wach ruft und Schmerzen entfernt. Die Stimme gibt aus blossem spontanen Triebe Laute von sich, das Ohr controlirt dieselben und fügt sie zur Harmonie, und die Bedürfnisse des gesammten Organismus machen sich dieselben in anderer Weise zu Nutze.

Blosse Spontaneität jedoch würde uns noch nicht alles geben, was wir in den Impulsen des Willens finden. Als Ueberschuss der Lebensenergie würde sie sich nur dann und dort zeigen, wo solch ein Ueberschuss besteht. Wir gebrauchen eine Art von Thätigkeit, welche jeden Augenblick hervorgerufen werden kann, wenn eine freudige Stimmung bewahrt oder ein Schmerz gebannt werden soll, und welche sich gerade auf diejenigen Punkte richten lässt, wo diese Wirkungen willkürlich hervorgerufen werden können.

Wegen einer solchen Kraft müssen wir unsere Blicke auf das grosse Fundamentalgesetz von Lust und Schmerz richten — auf das Gesetz, wonach Lust mit einer Steigerung der Lebensenergie, Schmerz mit einer Verminderung der Lebensenergie verbunden ist. Dieses Gesetz können wir in vieler

Beziehung als das Fundament, den Hauptpfeiler unsers Wesens betrachten; es ist das Princip der Selbsterhaltung — der selbstregulirende, selbsttreibende Impuls des thierischen Organismus. Wenn wir in eine Stimmung freudiger Erhebung gerathen, so ist der entsprechende physische Zustand ein gesteigerter Zufluss von Lebensenergie zu den Muskeln und den organischen Functionen, zu dem einen oder dem andern oder zu beiden; und die Steigerung bedingt eine Zunahme der Thätigkeit, welche die Lust hervorruft. Der erste Act des Zerkauens eines Nahrungsbissens erweckt in dem bewussten Geiste ein angenehmes Gefühl und gleichzeitig in dem Körper einen Reiz zu erhöhter Thätigkeit; die erhöhte Thätigkeit macht sich in den Theilen Luft, welche sich gerade zu der Zeit bewegen — den Kauwerkzeugen, Backen, Kiefern, Zunge, welche infolge dessen mit verdoppelter Stärke arbeiten, indem so die Lust gewissermassen sich selbst nährt. In diesem Zusammenhange haben wir meiner Meinung nach die tiefste Begründung des Willens: Wenn andererseits im Laufe der energischen Kaubewegungen ein Fehltritt geschieht, wenn die Zähne unversehens die Haut der Lippe oder die Zunge erfassen, dann ist die Folge in geistiger Beziehung eine Schmerzempfindung und in physischer, denke ich, eine Zerstörung von Nervenkraft, und diese ist zugleich und unmittelbar ein Aufhören der activen, den Mund und die Kiefer bewegenden Nerventhätigkeit.

So denke ich mir im grossen Ganzen das Grundgerüste des Willens, doch niemals ganz so, indem im reifen Leben eine dicke Schicht von erworbenen Verbindungen zwischen Gefühlen und gewissen specifischen Bewegungen darübergedeckt ist. Ohne ein derartiges Fundament sehe ich keine Möglichkeit, das Werk des willkürlichen Erlernens zu beginnen, nichts was unsere Bewegungen für den zur Zeit bestehenden Gefühlszustand von irgendwelcher Bedeutung sein lasse; ausserdem ist es das Hemmungsmittel, das immer bereit ist, einzuspringen und unsere erworbenen Gewohnheiten zurückzudrängen. Jeden Augenblick steigert ein erwachendes freudiges Gefühl unsere Lebensenergie, während ein Schmerz — vorausgesetzt dass er nicht heftig und aufregend ist — dieselbe herabsetzt; in dem einen Falle bleibt die Ursache der Lust, wenn unsere Ueberthätigkeit es war, in gesteigertem Masse wirksam; in dem andern Falle kommen die Kräfte zum Stillstand, und wenn sie den Schmerz verursachten, hört derselbe mit ihnen auf. Das Hervorbrechen eines hellen Lichtes in einem finstern Labyrinth spornt uns an, ohne dass wir durch die Formalität, die wir als einen Entschluss des Willens bezeichnen, hindurchgehen, während ein Weg, der uns zu Finsterniss, Fremdheit und Ungewissheit führt, schon durch das blosse Schwinden unserer Kräfte abgeschnitten wird, noch ehe wir überlegen können. Unser Lebenslauf ist von Anfang bis zu Ende Suchen und Irren, Tasten und

Fühlen nach dem Wege, so oder so handeln und schliesslich über das Resultat urtheilen; und die allgemeine Tendenz des in Rede stehenden Gesetzes ist die, uns aufrecht zu erhalten, wenn wir auf der richtigen Spur sind, und den Dampf abzulassen, wenn wir uns auf einer falschen befinden.

KAPITEL V.

Der Verstand.*

Ich wende mich nun zu dem schwierigsten Punkte der physischen Grundlage des Geistes — nämlich zum Verstande. Dass die Gefühle mit physischen Aeusserungen aufs innigste zusammenhängen, ist klar und unleugbar. Aber das Denken geht oft so ruhig von statten, so fern von jeglichen körperlichen Kennzeichen, dass man vermuthen könnte, es laufe im Gebiete des rein Geistigen ab und theile uns nur seine Schlüsse durch Vermittelung

* Dieses Kapitel wird vielleicht für Leser, welche mit der Theorie der Verstandeskräfte nicht vertraut sind, nicht leicht verständlich sein. Doch ist es für den Gegenstand im allgemeinen nicht unbedingt nothwendig, indem dasselbe mehr rein hypothetisch und speculativ ist als das vorhergehende Kapitel über die Gefühle und den Willen. Der Zweck, warum ich es hier aufgenommen habe, war, der Darstellung der allgemeinsten Gesetze des Zusammenhanges von Geist und Körper Vollständigkeit zu verleihen und auch das schwierigste Problem zu behandeln, das aus der Frage nach diesem Zusammenhange erwächst.

der Materie mit. Zum Unglück für diese Auffassung wird jedoch die Thatsache allgemein zugegeben, dass das Denken die Nervensubstanz erschöpft, gerade wie das Gehen die Muskeln. Unser physisches Gerüst wird beim Denken nicht weniger entschieden in Mitleidenschaft gezogen wie bei unsern Gefühlen, und es ist daher nöthig, die Form der Verbindung womöglich zu definiren.

Bei den mit Bezug auf die Gefühle und den Willen besprochenen Lehrsätzen haben wir auch schon einige der physiologischen Grundbedingungen des Denkens hervorgehoben.

Der erste Satz, als Princip der Relativität bezeichnet, oder die Nothwendigkeit der Veränderung zum Zustandekommen des Bewusstseins, bildet das Grundgerüst des Denkens, des Verstandes oder des Wissens ebensowol wie das des Gefühls. Wir empfinden die Wärme nur in dem Uebergange aus der Kälte und umgekehrt; auf und nieder, lang und kurz, roth und nicht roth — sind ebenso viele Uebergänge oder Veränderungen des Eindrucks; und ohne Uebergang erhalten wir keine Kenntniss davon. Die dergestalt auf das Denken angewandte Relativität fällt mit dem zusammen, was wir Unterscheidungsvermögen nennen — die Empfindung oder das Gefühl des Unterschiedes, das einen der Bestandtheile unsers Verstandes bildet. Unser Wissen beginnt gleichsam mit dem Unterschied; wir kennen kein Ding an sich, sondern nur den Unterschied zwischen ihm und einem

andern; die augenblickliche Empfindung der Wärme ist thatsächlich die eines Unterschiedes von der vorhergehenden Kälte.

Der zweite Satz, als Gesetz der Ausbreitung bezeichnet — oder der Zusammenhang des Gefühls mit Nervenerregungen, die sich ausbreiten, im Gegensatz zu Impulsen, die nur in einer Linie ablaufen — gilt ebenso vom Denken. Mit dem Princip der Relativität oder der Veränderung des Eindrucks zusammengenommen, gestattet es uns, wie wir gleich sehen werden, das Unterscheidungsvermögen gewissermassen zu verkörpern oder die physischen Verbindungen desselben mit Erregungen im Gehirn nachzuweisen.

Der dritte Satz bezog sich auf den grundsätzlichen Contrast zwischen Lust und Schmerz und sollte den Zusammenhang zwischen Lust und Steigerung der Lebensenergie einerseits und zwischen Schmerz und Sinken der Lebensenergie andererseits ausdrücken. Obwol noch die Complication hinzukommt, dass sowol Reiz wie Ernährung erforderlich ist, um die Nervenerregung bis zum Maximum der Lust zu verstärken, so bildet dies Princip doch einen klaren Ausgangspunkt für unser willkürliches Handeln, das sonst keinen Ausgangspunkt besässe; denn der Wille besteht wesentlich darin, dass man dem Zuge der Lust folgt und dem Schmerze fern zu bleiben sucht.

In praktischer Hinsicht kann man unsere Intelligenz als eine ungeheuere Erweiterung der

Handlungen nach dem ersten Gesetze des Seins — dem Gesetze der Selbsterhaltung — betrachten. Wenn wir nach Erreichung noch ferner Lust und nach Verhütung eines noch fernen Schmerzes streben, wenn wir Handlungen verrichten, die nur mittelbar jene schaffen oder diesem vorbeugen: so ist dies alles nur die Erweiterung des willkürlichen Handelns in seinem Umfange durch die Kenntniss der Ursache und der Wirkung, des Mittels und des Zwecks, mit andern Worten durch unser Verständniss der Weltordnung.

Seit langer Zeit hat man den Verstand in eine Anzahl verschiedener Functionen oder Wirkungsformen getheilt, Fähigkeiten genannt, die man als Gedächtniss, Vernunft, Urtheil, Einbildung, Vorstellung u. dgl. bezeichnet hat, die jedoch nicht fundamental gesonderte Processe, sondern blos verschiedene Anwendungen der Gesammtkräfte des Verstandes sind. Wir haben kein Gedächtniss, das von der Vernunft oder der Einbildung von Grund aus getrennt wäre. Die Klassifikation leidet an dem Fehler, den man in der Logik als „Kreuztheilung“ bezeichnet. Die wirklich fundamentale Sonderung der Verstandeskräfte ist die in 1) das Unterscheidungsvermögen, die Empfindung, das Gefühl oder das Bewusstsein eines Unterschiedes; 2) die Aehnlichkeit, die Empfindung, das Gefühl oder das Bewusstsein der Uebereinstimmung; und 3) das Gedächtniss oder die Fähigkeit der Erinnerung. Diese drei Functionen sind, mögen sie

in unserer Geistesthätigkeit auch noch so sehr vermischt, noch so unentwirrbar verknüpft sein, dennoch vollkommen gesonderte Eigenschaften, und jede das Grundgerüst eines andern Ueberbaues. Als letzte Analyse der Geisteskräfte kann ihre Zahl weder vermehrt noch vermindert werden; eine geringere würde die Thatsachen nicht erklären, eine grössere wäre unnöthig. Sie sind der Verstand, der ganze Verstand und nichts als der Verstand.

Wir wollen sie eine nach der andern besprechen.

I. Das Unterscheidungsvermögen. Dies ist, wie wir eben gesehen haben, das auf den Verstand angewendete Gesetz der Relativität oder der Veränderung des Eindrucks. Wenn neue Nervenerregungen einsetzen oder bereits bestehende verstärkt oder vermindert werden, wird unser Geist lebendig; und wenn wir schon bewusst waren, so erhält unser Bewusstsein eine Veränderung. Es lässt sich leicht nachweisen, dass das Unterscheidungsvermögen der erste Anfang unsers intellectuellen Lebens ist. Wenn wir gegen den Wechsel von Kälte und Wärme unempfindlich sind, so ist uns für immer die Möglichkeit genommen, die Erscheinung der Wärme zu kennen; machen Veränderungen des Lichtes keinen Eindruck auf uns, so sind wir mit andern Worten blind; und werden wir uns sehr feiner Farbenschattirungen bewusst, so steht in Bezug auf Farben unser Intellect

sehr hoch. Wenn Jemand mehr weiss als seine Mitmenschen, so sieht er Unterschiede, welche diese nicht sehen. Der Bankier entdeckt eine falsche Note, die viele andere Leute getäuscht hat.

Was nun die physische Grundlage dieser Thatsache betrifft: — Wenn wir den ungeheuern Umfang unserer Empfindlichkeit für Unterschiede aller Art betrachten — die scheinbar unzähligen Abstufungen unsers Bewusstseins entsprechend der Mannichfaltigkeit der Erscheinungen, nicht zu reden von unsern Gemüthsbewegungen und unserm innern Leben — dann beginnen wir die Nothwendigkeit eines Apparates von grosser Ausdehnung und Complicirtheit einzusehen. Nehmen wir irgendeinen der Sinne, z. B. den Gesichtssinn, und betrachten all die Grade, die wir zwischen völliger Dunkelheit und dem grellsten Sonnenschein unterscheiden können. Denken wir dann an die Farben und ihre Schattirungen, so finden wir, dass die erkennbaren Abstufungen der Wirkung sehr zahlreich sind; bei einem für Farben in hohem Grade begabten Menschen würden sie nach Hunderten zählen. Und ebenso beim Ohr erstreckt sich das Unterscheidungsvermögen eines Musikers in Bezug auf die Tonhöhe vielleicht auf mehrere hundert Töne. Unsere Unterscheidung der artikulirten Laute hält gleichen Schritt mit den sämmtlichen Alphabeten aller bekannten Sprachen.

Nehmen wir nun an, und dazu sind wir nach dem Vorhergehenden berechtigt, dass jeder neue

Eindruck auf einen Sinn eine Veränderung der Erregungen in dem Verlaufe der Nerven — sowol in dem Hauptkanal wie in den seitlich sich ausbreitenden Abzweigungen — nach sich zieht, so kommen wir auf den Gedanken, dass das Bewusstsein in zweierlei Weise verschieden ist. Erstens je nach dem benutzten Zugange oder den benutzten besondern Organen und Nerven. So ist der Uebergang vom Auge zum Ohr wahrnehmbar und bildet eine neue Phase des Bewusstseins. Ebenso haben wir beim Tastsinn, beim Geschmack und beim Geruch ein charakteristisches Bewusstsein für jeden Sinn mit allen den verschiedenen Formen der Empfindung des betreffenden Sinnes. Niemals würden wir z. B. eine Farbe mit einem Geschmack verwechseln. Ja und noch mehr: bei den höhern Sinnen haben wir Verschiedenheiten des Bewusstseins nach dem Theile des afficirten Organes; wäre es nicht so, dann befänden wir uns alle in dem Zustande, den das Sprichwort bezeichnet, wo es heisst, man könne nicht rechts und links unterscheiden.

Zweitens ist das Bewusstsein offenbar verschieden je nach der Energie oder einer andern Eigenthümlichkeit des auf dasselbe Organ oder denselben Theil des Organs oder denselben Nerven ausgeübten Eindruckes. Ein stärkerer Eindruck ruft ein stärkeres Gefühl hervor. Darauf sind wir natürlich bei jeder Hypothese vorbereitet. Die Ströme werden intensiver, und ein Wechsel der

Intensität der Nervenströme bedeutet einen Wechsel des Bewusstseins. Bei den Sinnen haben wir jedoch auch qualitative Unterschiede der Empfindung, deren Erklärung uns mehr Mühe macht. Unsere gegenwärtigen Kenntnisse gestatten uns noch nicht, die Veränderung der Erregung in den Opticusfasern durch rothes, gelbes und blaues Licht und den darauffolgenden Gang der Ausbreitung des Reizes bestimmt anzugeben. Man hat angenommen, dass es für jede primitive Farbe getrennte Fasern gäbe; dadurch verringert man allerdings die Schwierigkeit etwas und reducirt die verschiedenen Thätigkeitsformen auf blosse Verschiedenheiten der Intensität oder des Grades.

Diese beiden Umstände, das gesonderte Bewusstsein verschiedener Nerven und die wechselnde Intensität ihrer Erregungen können wir als die primitiven Formen der Abänderung des Bewusstseins betrachten; aber in den zahllosen Combinationen dieser einfachen Elemente haben wir die physischen Begleiter unsers immer wechselnden Bewusstseins zu sehen. Die Vereinigung verschiedener Reize in verschiedenen Fasern und in verschiedenem Grade würde unvermeidlich ein complicirtes und modificirtes Bewusstsein herbeiführen.

II. So viel über das Unterscheidungsvermögen. Werfen wir nun einen kurzen Blick auf die Aehnlichkeit oder Uebereinstimmung. Ausser von der Verschiedenheit oder dem Wechsel wird der Geist von der Uebereinstimmung mitten in der Verschie-

denheit afficirt. Wenn wir eine gewisse Empfindung, z. B. die der Röthe erhalten, und dieselbe, nachdem wir zu etwas anderm übergegangen waren, wieder auftaucht, so entsteht plötzlich das Gefühl des Wiedererkennens, die erste Erfahrung fällt uns wieder ein mit dem Gefühl der Bekanntschaft oder der Identificirung. Dies ist das Gefühl oder das Bewusstsein der Uebereinstimmung; auch dieses ist ein wichtiges Fundament des Verstandes. Mit dem Unterscheidungsvermögen verbunden, erschöpft es das, was wir Kenntniss nennen; etwas, z. B. einen Baum, kennen, heisst ihn von allen anders beschaffenen Dingen unterscheiden und mit allen gleichbeschaffenen identificiren. Die Erweiterung unserer Kenntniss von dem Baum ist die Erweiterung unserer Empfindung für seine Unterschiede und Uebereinstimmungen. Die Aehnlichkeit ist in anderer Hinsicht ein wichtiger Factor für die Reproduction unserer vergangenen Erfahrungen und Fähigkeiten, eine Erweiterung der Hülfsquellen des Gedächtnisses. Mit ihrer Hülfe hauptsächlich „erklimmen wir den klarsten Himmel der Erfindung". Beständig erinnern wir uns gewisser Dinge beim Anblick von Dingen ähnlicher Art. Sehen wir eine Kirche, so fallen uns sofort andere Kirchen ein; hören wir eine Anekdote, so erinnern wir uns fast regelmässig einer ähnlichen. Unsere Vernunft besteht im wesentlichen darin, dass wir eine alte Thatsache unter neuen Umständen benutzen, vermöge der Erkenntniss der Uebereinstimmung;

wir haben ein Feld besäet und sehen es wachsen, und wiederholen den Process bei einem andern Felde. Alles dies ist eine ungeheuere Ersparniss an Arbeit um Erfahrungen; eine Reduction der Zahl der für unsere Erziehung erforderlichen originalen Bildungen. Wenn wir etwas Neues zu lernen haben, ein neues Musikstück oder einen neuen geometrischen Lehrsatz, so gehen wir auf unsere früher gebildeten musikalischen oder geometrischen Combinationen, soweit sie dazu passen, zurück und schmelzen einfach bestimmte derselben dem neuen Falle entsprechend zusammen. Die Methode des Lernens durch Flickwerk beginnt früh und gewinnt nach und nach immer mehr an Ausdehnung.

III. Ich könnte nun daran gehen, die über den Bau und die Leistungen des Gehirns ausgesprochenen Ansichten auf die Deutung des diesem Vermögen der Erkenntniss der Aehnlichkeit zu Grunde liegenden physischen Processes anzuwenden; aber es wird rathsamer sein, dass wir uns zunächst mit der noch übrigbleibenden intellectuellen Function, dem Gedächtnisse befassen, dessen Erklärung alles Weitere ziemlich leicht machen dürfte.

Der jüngere Scaliger erzählt, zwei Dinge hätten besonders die speculative Neugier seines Vaters, des berühmten Julius Cäsar Scaliger, in Anspruch genommen, nämlich die Ursache des Gedächtnisses und die Ursache der Schwere. Was das letztgenannte — das Wesen der Schwere — betrifft, so haben wir seit Newton's Entdeckung gelernt, dies

als ein gelöstes Problem zu betrachten, als ein gutes Beispiel für die Bedeutung der Endgültigkeit bei wissenschaftlichen Forschungen: nämlich wenn wir einen natürlichen Zusammenhang bis aufs äusserste verallgemeinert, seine Gesetzmässigkeit genau ermittelt und seine Folgen erkannt haben. Dass die Materie schwer ist — dass die als Trägheit oder Widerstand bezeichnete Eigenschaft mit der Eigenschaft der Anziehung in jeder Entfernung verbunden ist, nehmen wir als Thatsache hin, und wenn wir keine Möglichkeit sehen, in der Verallgemeinerung noch einen Schritt weiter zu thun, fragen wir nicht mehr. Ebenso ist es mit dem Gegenstande, der uns hier beschäftigt. Es gibt zwei sehr verschiedene Naturerscheinungen; die eine nennen wir Bewusstsein oder Geist, die andere Materie und materielle Anordnung; beide sind miteinander aufs innigste verbunden. Wir müssen das Wesen einer jeden in ihrer Weise studiren, um die allgemeinsten Gesetze ihres Zusammenhanges zu erkennen und sie bis in die Erklärung der Thatsachen im einzelnen zu verfolgen; dann bleiben wir, wie bei der Schwere, zunächst stehen und sind dankbar.

Es ist jedoch verzeihlich, dass der grosse Gelehrte sich über das Gedächtniss gewundert hat. Es ist nichts Wunderbares daran, dass die Natur diese und die übrigen Functionen mit einer körperlichen Organisation in Zusammenhang gebracht hat; denn wenn die als Geist und die als Materie

bezeichneten Thatsachen nicht die am grellsten contrastirenden Thatsachen unserer Erfahrung sind und wir es hier gleichsam mit einer Begegnung von Extremen zu thun haben, dann liegt in dieser Vereinigung nicht mehr Mysteriöses als in der Vereinigung von Trägheit und Schwere, Wärme und Licht. Wir sehen etwas über die gewöhnliche Begabung der Naturgegenstände Hinausgehendes in der Möglichkeit, dass in drei Pfund eines fettigen und eiweisshaltigen Gewebes, das zu feinen Fäden und Zellen angeordnet ist, alle diese complicirten Gruppirungen aufgespeichert sein sollen, welche unsere natürlichen und erworbenen Fähigkeiten und all unser Wissen ausmachen. Wären es Inschriften auf Stein, so würden wir weniger erstaunt sein, wenn diese von Gehirnen ausgingen.

Da das geistige Festhalten, Aneignen oder das Gedächtniss also die Fähigkeit ist, im Geiste Eindrücke zu bewahren, die nicht mehr von dem ursprünglichen Agens erregt werden, und dieselben in späterer Zeit durch rein geistige Kräfte sich zurückzurufen, so will ich zunächst einige Bemerkungen über den Sitz dieser erneuten Eindrücke im Gehirn machen. Man muss es als ausser allem Zweifel stehend betrachten, dass „das erneute Gefühl dieselbe Stelle und in derselben Weise wie das ursprüngliche Gefühl einnimmt, und nicht andere Stellen oder in einer andern Weise, die man angeben könnte".

Diese Ansicht ist die einzige, die sich mit unsern

gegenwärtigen Kenntnissen von der Wirksamkeit der Nerven verträgt, obwol früher andere Ansichten darüber herrschten und auch noch herrschen: die Lehre von dem gemeinsamen Sensorium oder der Gehirnkammer, wo die Ideen sich ansammeln, ganz gesondert von dem aufnehmenden Apparat. Diese Auffassung ist jedoch so roh, dass sie kaum eine Erörterung verdient. Denken wir uns, der Klang einer Glocke schlage an unser Ohr und höre dann auf, so dauert ein Eindruck schwächerer Art, die Idee oder das Gedächtniss des Glockentones, noch fort; und es würde sehr starke Gründe erfordern, um uns von dem umgekehrten Schlusse abzubringen, dass der fortdauernde Eindruck in den bleibenden (wenn auch reducirten) Nervenerregungen, die der ursprüngliche Reiz hervorgerufen, besteht. Und wenn das von Ideen gilt, welche ihr Original überdauern, so ist dasselbe wahrscheinlich auch bei Ideen der Fall, die aus der Vergangenheit wieder auftauchen — die Erinnerung eines frühern Klanges der Glocke. Die Beobachtung bestätigt diese Lehre aufs glänzendste. Die Wiedererinnerung einer Rede im Geiste ist unterdrücktes Sprechen, bereit, jeden Augenblick in laute Worte überzugehen. Wenn der Gedanke an eine Handlung uns sehr lebhaft beschäftigt, so können wir es kaum vermeiden, dieselbe thatsächlich zu wiederholen, so vollständig sind alle Nervenverbindungen wieder von den ursprünglichen Erregungen eingenommen. Die lebendige Erin-

nerung eines angenehmen Geschmackes ruft denselben Ausdruck des Gesichts hervor, ein wahrer Nachgeschmack der Wirklichkeit. Ausserdem ist es durch Versuche erwiesen, dass die anhaltende Vorstellung eines hellen Lichtes die Sehnerven ermüdet.*

* Aus dieser Auffassung der physischen Grundlage des Verstandes ergeben sich (wie mir scheint) sehr bedeutende Consequenzen. Daraus erwächst eine Neigung der Ideen, volle Wirklichkeit zu werden; so wenn jemand sich lebhaft einbildet, er schlage Einen, und sich kaum der Ausführung enthalten kann. Die verhältnissmässige Schwäche der die Idee begleitenden Nervenerregungen und die stärkere Macht der thatsächlichen Umstände lassen dies in wachendem Zustande und unter gewöhnlichen Verhältnissen nur selten hervortreten. Alle Umstände dagegen, welche die Idee zu verstärken geeignet sind, oder andererseits den Druck der Wirklichkeit vermindern, bringen den Einfluss zu freier Thätigkeit. Der mesmeristische Schlaf ist der extreme Fall; die den Geist des Patienten erfüllenden Gedanken bestimmen sein Benehmen vollständig.

Keine Thatsache der menschlichen Constitution beweist den Zusammenhang des Verstandes mit dem Nervensystem und mit den Bewegungsorganen und den Sinnen schlagender als diese. Die Innigkeit der Verbindung erscheint hier in ihrem äussersten Grade.

Dies Princip ergänzt das Gesetz des Willens; es ist ein Reiz zum Handeln, der noch über den primären und eigentlichen Motiven des Willens (Lust und Schmerz) steht und uns oft dazu führt, dass wir im Widerspruch mit unsern durch Erreichung der Lust und Vermeidung des Schmerzes bedingten Interessen handeln.

Eine Complication dieses Princips ist in letzter Zeit unter der Bezeichnung der „Macht der Einbildung über den Körper" Gegenstand eingehender Erörterungen gewesen, wonach Ideen in dem Organismus gesunde und krankhafte Veränderungen

Die verhältnissmässige Schwäche der erinnerten Gedankenzustände ist, so dürfen wir vermuthen, ein genaues Gegenstück zu der geringern Kraft der wieder wach gerufenen Erregungen des Gehirns. Nur selten sind die zum zweiten mal hervorgerufenen Erregungen ebenso stark wie die bei directer Reizung aus erster Hand.

Und nun was den Mechanismus des Gedächtnisses anbetrifft.

> Für jeden Act des Gedächtnisses, jede Ausübung einer körperlichen Fertigkeit, jede Gewohnheit, Erinnerung, jede Kette von Vorstellungen gibt es eine besondere Gruppirung oder Coordination der Empfindungen und Bewegungen vermöge specifischer Bildungen in den Zellenverbindungen.

Wenn ich, zum Beispiel, ein geschriebenes Wort lese und dasselbe infolge meiner Erziehung laut ausspreche, so ist die Fähigkeit dazu bedingt durch eine Reihe von bestimmten Gruppirungen oder Verbindungen der Erregungen in den Nerven und den Centren des Auges, mit Erregungen motorischer Nerven, die zur Brust, zum Kehlkopf und zum

sollen hervorrufen können. Indem wir lebhaft an die Hand denken, ändern wir den localen Blutkreislauf, und durch andauernde Aufmerksamkeit könnten wir an der Stelle eine krankhafte Thätigkeit herbeiführen. Anwendungen dieser eigenthümlichen Einwirkung sind in der Medicin vorgeschlagen worden, und die Bedingungen und Grenzen derselben verdienen ein sorgfältiges Studium. Darwin hat dieselbe sehr glücklich zur Erklärung des Erröthens benutzt.

Munde treten; und diese Gruppirungen oder Verbindungen entstehen durch bestimmte Bildungen an eigenthümlichen dazu geeigneten Zellenkreuzungen.

Die Ueberlegungen, welche uns erlauben, diese Behauptung aufzustellen, sind folgende:

Erstens sprechen wir damit nur die Art und Weise der dem Bau und den bekannten Leistungen des Gehirns eigenthümlichen Thätigkeit aus. Wenn das Gehirn ein ungeheueres Netzwerk von Communicationen zwischen Sinn und Bewegung — wirklicher und vorgestellter — zwischen Sinn und Sinn, zwischen Bewegung und Bewegung ist, durch unzählige leitende Fasern, die sich an unzähligen Stellen kreuzen — so müssen sich, damit eine Reihe von Erregungen eine zweite bestimmte Reihe induciren könne, auf irgendeine Weise die speciellen Vereinigungspunkte, wo die beiden Reihen am engsten miteinander in Zusammenhang stehen, verstärken, sodass dadurch diese Punkte einen Vorzug erhalten und zwar in dieser bestimmten Communicationslinie. Die besondern mit dem Gedächtniss verbundenen Bildungen müssen an diesen Zellenvereinigungen zur Wirkung kommen.

Unsere Auffassung der sogenannten Reflexthätigkeiten erläutert, was ich meine. Ein Reiz pflanzt sich in einem gegebenen Nerven entlang bis zu einem Centralpunkt, einer Gruppe von Zellen, fort, und dort erfolgt auf eine gewisse Bewegung eine bestimmte Antwort, wie bei der geschlossenen Hand

des Schlafenden. Nun sind die höhern Geistesverbindungen von wesentlich demselben Charakter, obwol weit complicirter; das System der frei sich verbreitenden Communicationslinien im Gehirn ist ein Hinderniss für die schnelle Auswahl eines ausführenden Kanals, und anfangs entsteht viel Conflict und Verwirrung, bis die Umstände die vorzuziehenden Ausgänge bestimmen und bis die Wachsthumsverhältnisse diese Bevorzugung bestärken.

Der Satz findet ferner Bestätigung durch den Einfluss kranker Stellen im Gehirn, die das Gedächtniss zerstören und oft eine bestimmte Klasse von Fertigkeiten und Erinnerungen gleichsam wegfegen, während sie andere unberührt lassen. Wir kennen jetzt viele merkwürdige Fälle von Zerstörung der zweiten und dritten Stirnwindung des Gehirns, die mit Verlust der Sprache verbunden waren, während die intellectuellen Fähigkeiten im allgemeinen ungeschwächt blieben.

Ferner hat die Erwerbung von Kenntnissen eine Grenze, die durch die Menge der Nervensubstanz, d. h. die Grösse des Gehirns bedingt ist.

Wir sind geneigt, uns zu denken, es gäbe keine Grenze für die Erwerbung von Kenntnissen, ausser unserer mangelnden Anwendung oder irgendeiner andern heilbaren Schwäche unsererseits. Es gibt jedoch sehr deutliche Grenzen. In gewissen Dingen sind wir alle Tölpel; einigen von uns gebricht es in der mechanischen Gewandtheit, andern in der

Musik, andern in Sprachen, andern in der Wissenschaft. In einem dieser Gebiete der Schwäche ist das Gedächtniss wie ein morsches dünnes Band; in jedem Falle muss ein Mangel an Hirnsubstanz für jene Klasse von Verbindungen bestehen.

Ausserdem besteht eine gewisse Neigung, das Erlernte zu vergessen, wenn es nicht aufgefrischt wird. Demnach muss einmal im Laufe der Erwerbung eine Zeit kommen, wo alle verfügbare Bildungskraft nöthig wird, um das schon Aufgenommene festzuhalten, wo wir in der That an einem Ende so viel verlieren wie wir am andern gewinnen.

Fernerhin haben wir zu bedenken, dass ein grosser Theil unserer Vervollkommnung im spätern Leben darin besteht, dass wir eine bessere Klasse von Urtheilen an die Stelle der ersten unreifen Begriffe setzen und diese nach und nach fallen lassen. Es ist nicht nothwendig, dass eine gute Meinung mehr Raum im Gehirn einnimmt als eine schlechte, wenn man die gute einmal gewonnen hat, oder eine zierliche Geberde mehr als eine hässliche.

Selbst bei einem Gelehrten, der sein ganzes Leben der Ansammlung von Kenntnissen widmet, finden wir, dass das Gedächtniss schliesslich, wenn es nicht die neue Bürde zurückweist, derselben dadurch Platz schafft, dass er viel von dem früher Erlernten fallen lässt. Ausserdem verwandelt sich eine umfassende Gelehrsamkeit in eine Kenntniss

derjenigen Stellen, wo die Kenntniss ist. Jeder kann zu einer Zeit nur über einen beschränkten Kreis von Vorstellungen gebieten, obwol er im Laufe des Lebens nacheinander mit mehrern Sphären im Gebiete des Verstandes abwechseln kann.

Sodann haben wir bei Besprechung der Aehnlichkeit oder Uebereinstimmung gesehen, dass etwas einmal Erworbenes bei vielen verschiedenen Gelegenheiten dienen kann. Ein neues Wort ist eine Gruppe von alten Artikulationen; eine neue Melodie ist für einen Musiker, eine neue Manipulation für einen Chemiker nur eine unbedeutende Abänderung von etwas schon früher Erworbenen.

Und noch Eins. In einer ungeheuern Anzahl von Fällen ist das, was wir behalten, nicht sowol eine gewisse Menge von fertigen Combinationen, als vielmehr das Mittel, diese erforderlichenfalls zusammenzusetzen. Ein gutes Beispiel dafür liefert die Oekonomie der Namen. Mit Hülfe der Combination von Gattungs- und Artnamen genügen zwei- bis dreitrausend Wörter um hunderttausend Pflanzen zu benennen. Ebenso in der gewöhnlichen Sprache: das Suffix „heit“ oder „keit“, das wir ein für allemal verstehen, setzt uns in den Stand, dreizehnhundert Adjective in abstracte Substantive zu verwandeln, sodass die Erinnerung dieser abstracten Substantive keine selbständige Anstrengung mehr erfordert. Und in ähnlicher Weise besitzen wir, statt im Gedächtniss für jede Gelegenheit einen gebildeten Gedankengang zu haben,

eine gewisse Zahl von Formen, die wir der Sache, welche wir auszudrücken wünschen, aufs freieste anpassen können.

Und schliesslich ist das grosse Princip des Willens seiner Natur nach selbstcorrigirend, nachdem man vorher gesucht und geirrt. Dies tritt an Stelle vieler feiner Abgleichungen und macht ein empfindendes Gerüst allen andern Maschinen überlegen. Es ist für die Einbildungskraft nicht nöthig, dass ein gehörter Laut auf einmal die genaue Stimmartikulation hervorrufe, um die Wirkung zu reproduciren; zuerst kann er etwas hervorrufen, was dem Laut noch nicht vollkommen entspricht: dann tritt die Empfindung der Disharmonie hemmend dazwischen; andere Bewegungen entstehen und werden ebenso unterdrückt, und so fort, bis der Einklang erreicht ist.

Ich will nun versuchen, eine hypothetische Vergleichung dieser beiden Dinge anzustellen — unserer Erwerbung von Kenntnissen einerseits und der Zahl der Nervenelemente des Gehirns andererseits.

Eine gewisse Zahl von bestimmten Gruppirungen oder Coordinationen müssen wir für unsere verschiedenen angeborenen Fähigkeiten annehmen; so zum Beispiel für die Bewegungen des Herzens, des Darms und der Lungen und die besondern Modificationen derselben beim Schlucken, Husten und Saugen. Die Einfachheit und Beschränktheit dieser Acte ist derart, dass sie nur verhältniss-

mässig wenige voraus eingerichtete Gruppirungen erforderlich macht. Wenn wir dann zu diesen einfachen Fähigkeiten des organischen Lebens die höhern mit unsern Gefühlen verbundenen und ihre Verkörperung in unsern Willenskräften und selbst in unserm Verstande hinzufügen, so wächst ihre Zahl in einem den erworbenen Fähigkeiten entsprechenden Masse. Die neuere Theorie besagt nun, dass die höhern Instincte sämmtlich durch Vererbung auf uns übergegangen sind von unsern Vorfahren, welche sie früher erworben haben.

Unsere erworbenen Fähigkeiten beruhen auf den Einrichtungen unserer Nervenapparate. Ich will versuchen, eine ungefähre Klassifikation derselben zu geben:

1) Die einfachern und frühzeitigern willkürlichen Fähigkeiten, die in der willkürlichen Controle der verschiedenen Bewegungsglieder, z. B. der Hand, bestehen. Wir haben nicht von Ursprung an die Fähigkeit, irgendeinen Körpertheil in bestimmter Weise zu bewegen, um einen Zweck zu erfüllen; wir müssen die verschiedenen Bewegungen mit den zu erreichenden Wirkungen associiren. Mit dem Anblick eines Speisebissens oder dem Zustande des Hungers associiren wir die bestimmte Bewegung der Hand zum Munde. Mit dem Gefühl des Bissens im Munde associiren wir bestimmte Bewegungen der Zunge und des Unterkiefers. Dies sind Gruppirungen sehr mannichfaltiger einzelner Bewegungen und Vorstellungen Ein gesehenes Bild

mit der Kenntniss dessen, was das Bild bedeutet, z. B. ein Stück Zucker, und ein auf Erinnerung der Vergangenheit sich gründendes Gefühl oder Verlangen — stellen zusammen einen bestimmten Zustand dar, und diesem Zustande muss eine Greifbewegung der Hand und dann eine Bewegung derselben zum Mund folgen, und dieser folgt wieder eine Reihe von Bewegungen im Munde selbst. Die Uebung der Willenskräfte beruht auf der häufigen Wiederholung derselben Reihen von Vorstellungen und Bewegungen, wo auf einen bestimmten Zustand eine bestimmte Gruppe oder Reihe von Bewegungen folgt.

2) Die Muskelgruppirungen in den verschiedenen Wahrnehmungen von Widerstand, Grösse, Gestalt und verwandten Eigenschaften. Diese verkörpern sich in der Hand, im Arm und in den andern Locomotionsorganen und in den zugehörigen Nervencentren für die motorischen Erregungen. Ohne die besondern Sinnesorgane, wie den Gesichtssinn, sind diese Vorstellungen sehr unbestimmt, was beweist, dass die Zahl der Nerven, die zur Verkörperung von Bewegungen dienen, nicht sehr gross ist. Doch können wir Stärkegrade mit den Muskeln allein unterscheiden; für jeden unterscheidbaren Grad muss eine bestimmte getrennte Nervenleitung bestehen, und jeder Association mit jedem besondern Grade muss eine eigene Nervengruppirung, losgelöst von allen andern, entsprechen. Mit jedem unterscheidbaren Gewicht bilden wir

gewisse gesonderte Associationen, gewisse Handlungen, die wir ausführen, wenn wir das Gewicht fühlen, z. B. wenn wir schwere und leichte Gegenstände nach dem Gewicht sortiren.

Die Gruppirungen in den Augenmuskeln, die sichtbaren Bewegungen und Formen entsprechen, sind überaus zahlreich. Diese bedingen jede Art der geistigen Auffassung und des höchsten Verständnisses einer malerischen und räumlichen Gruppirung. Ein Kreis ist eine Reihe von Augenbewegungen in bestimmter Folge und Gruppirung; zu diesem einen Zwecke werden Hunderte von Erregungen in einzelnen Fasern und Zellen ausgelöst.

Die Gruppirungen des Kehlkopfes, der Zunge und des Mundes zu Stimmäusserungen und namentlich zur artikulirten Sprache sind unendlich abgestuft. Wie bei jeder dem Auge sichtbaren Gestalt, so ist bei jedem einzelnen artikulirten Laute — bei jedem Buchstaben im Alphabet — eine complicirte Reihe von Stellungen nöthig, die in den entsprechenden, sei es rein motorischen, sei es motorischen und sensuellen Centren erregt und abgestuft werden.

3) Obwol es sonderbar erscheinen könnte, die Muskelassociationen als einen besondern Zweig unsers geistigen Gerüstes zu betrachten, so werden diese doch thatsächlich immer mit der Thätigkeit der einzelnen Sinne vermischt, und die Feinheit der Unterscheidung ist bei den reinen und eigent-

lichen Sinnen viel höher als bei den Muskeln allein. Unter reinen Sinnen verstehe ich den Tastsinn (ohne Druck oder Zerrung), den Geschmack, den Geruch, das Gehör, das Gesicht (in seinem optischen Theil). Für jede unterschiedene Empfindung gibt es (so müssen wir annehmen) eine besondere charakteristische Gruppe von Erregungen, die eine einzelne Gruppe von Fasern und Zellen in Thätigkeit versetzen und mit jeder bestimmten Bewegung oder jeder andern bestimmten Empfindung vereinigt werden kann. Nun ist selbst bei den niedern Sinnen die Zahl der unterschiedenen Grade sehr gross, beim Geruch und Geschmack wahrscheinlich Hunderte, beim Gesicht und Gehör Tausende. In Bezug auf musikalische Tonhöhe kann ein feines Ohr einen kleinen Bruchtheil eines Tones unterscheiden; in sieben Octaven kann man sehr viele einzelne Empfindungen gesondert auffassen, ohne sich zu verwirren. Wenn wir zu der Tonhöhe noch Intensität, Fülle und Klangfarbe hinzunehmen, wird die Zahl der Unterscheidungen entsprechend grösser. Dennoch sind jedoch die im Gedächtniss behaltenen Unterschiede nicht so zahlreich, wie man nach der Feinheit der Vergleichung der wirklichen Empfindungen vermuthen sollte.

Das Auge nimmt vermöge seiner optischen Function Grade von Licht und Schatten, Mischungen von Weiss und Schwarz in der Reihe von grauen Tönen und verschiedene Farben auf. Ein gutes Auge kann mehrere hundert einzelner optischer

Abstufungen in diesen verschiedenen Effecten haben. Das Auge zeigt aber seinen grossen Umfang in der Vielheit der Combinationen von Punkten und Oberflächen von verschiedenem Licht, die das, was wir Bilder nennen, ausmachen: Zusammensetzungen von sichtbarer (Muskel-) Form und sichtbaren (optischen) Gruppirungen. Die Menge dieser, welche getrennt verkörpert und erinnert werden können, scheint jeder Berechnung zu spotten; und doch muss jede ihre eigene Bahn in jenem Labyrinth von Fasern und Zellen haben, das wir Gehirn nennen.

4) So bestehen also in den Muskelgefühlen und in den Empfindungen der speciellen Sinne alle diese verschiedenen Grade von unterscheidbaren Gefühlszuständen und eine ungeheuere Zahl von Verbindungen zwischen ihnen in unserm Gedächtnisse von Dingen und Ereignissen. Aber noch mehr. Bewegungen können mit Empfindungen in einem jeden Sinne associirt werden; und ebenso können Associationen zwischen jedem Sinne und allen übrigen bestehen: — von Tastempfindungen mit Geruchs-, Geschmacks, Gehörs- und Gesichtsempfindungen; von Geschmacksempfindungen mit Geruchs-, Gehörs- und Gesichtsempfindungen; von Geruchsempfindungen mit Gehörs- und Gesichtsempfindungen und vor allen Dingen von Gehörsmit Gesichtsempfindungen. Was wir unsere Kenntniss eines Gegenstandes nennen, ist die Vereinigung aller der von demselben hervorgerufenen Empfin-

dungen zu einer complicirten Idee von dem Gegenstande. Die Idee eines Geldstückes ist zusammengesetzt aus der sichtbaren Erscheinung, dem Klange und dem Gefühl desselben.

5) Alle diese einfachern Combinationen werden selbst wieder zu noch höhern Combinationen zusammengesetzt. Die weitreichende und allumfassende Erwerbung, die wir Sprache nennen, ist begründet auf die Gruppirung von Artikulationsbewegungen; diese werden zu Worten, Worte zu Sätzen gebildet, und während alledem besteht ein Process der Adhäsion zwischen jedem Wortelement und irgendeinem Gegenstande des Gesichts oder eines andern Sinnes. Die Stimmartikulation beim Aussprechen des Wortes „Sonne", der Laut, den sie dem Ohr dabei macht, die Erscheinung des Gegenstandes — alles vereinigt sich zu einer höhern Gruppe oder einem complicirten Product des Verstandes. Wörter werden so mit Dingen verknüpft, Reihen von Wörtern mit Reihen von Ereignissen. Wenn wir eine fremde Sprache lernen, so werden Wörter als Laute mit andern Wörtern als Lauten, sichtbare Symbole mit sichtbaren Symbolen, Wortreihen in beiden Formen mit andern Wortreihen verknüpft. Da wir die Zahl der den Wortschatz einer Sprache bildenden Wörter leicht berechnen können, so haben wir darin ein Mittel, den Umfang unserer Erwerbungen und die Zahl der diesen entsprechenden unabhängigen Gehirnerzeugnisse in einer Art von numerischer Schätzung auszudrücken.

Jede specielle Erwerbung von Kenntnissen ist ein Wiederzusammensetzen der oben skizzirten elementaren Gruppirungen. Eine Wissenschaft, z. B. die Arithmetik, ist ein ungeheueres Aggregat von neuen Gruppirungen von Empfindungen und Vorstellungen, dessen Elemente unsere von gezählten Gegenständen entnommenen Vorstellungen, die zehn Ziffern und deren Vereinigung in Decimalsystem sind. Hier findet ein wichtiger Process der Oekonomie statt. Das Einmaleins, welches 144 Sätze oder Aussprüche über die Aequivalenz von Zahlen enthält, ist eine Waffe von unendlicher Tragweite für das Rechnen. Eine noch grössere Menge von unabhängigen Erwerbungen muss diesen Verkörperungen des Einmaleins noch folgen; noch viele Regeln nebst erläuternden Beispielen muss man lernen. Um mit gemeinen und Decimalbrüchen umgehen zu können, ist die Bildung neuer und complicirter Verknüpfungen von Ideen erforderlich. Stellen wir uns danach die Menge von verschiedenen Nervenwirkungen bei einer arithmetischen Thatsache, z. B. bei „sechsmal zehn ist sechzig", vor: der Art sind für das Einmaleins hundert und vier und vierzig nöthig; und dabei ist dieses selbst thatsächlich nur ein sehr kleiner Theil des Besitzes im Geiste eines geschickten Rechners, selbst abgesehen von dem in der Wissenschaft so vielfach verwendeten Mittel, das Alte beim Neuen zu verwerthen. Nehmen wir an, das Einmaleins sei ein Funfzigstel des Gedächtnissreichthums der

arithmetischen Leistungsfähigkeit eines Menschen; die in den Nerven derselben verkörperten Verbindungen würden dann für diesen einen Gegenstand allein über siebentausend betragen. Fünf weitere Wissenschaften von gleichem Umfang würden über vierzigtausend Gruppirungen haben; aber dabei würde eine sehr bedeutende Verdichtung durch unvermeidliche Wiederholungen stattfinden. Dennoch könnte ein fertiger Mathematiker über zwanzig bis dreissigtausend Gruppirungen von dem im Einmaleins typisch dargestellten Complicationsgrade besitzen, worunter jedoch eine beträchtliche Anzahl von Reihen wäre, die an Länge mehreren Sätzen des Einmaleins gleichkäme.

Wenn wir eine musikalische Melodie lernen, z. B. den alten hundertsten Psalm, so müssen wir uns eine bestimmte Reihenfolge von Noten einprägen. Die Aneignung einer solchen Erwerbung können wir uns etwa folgendermassen denken. Die erste Note sagt uns noch nichts; drei oder vier sind nöthig, um die Melodie zu bestimmen. Mit der Folge von, sagen wir, vier Noten associirt sich die fünfte und gleichzeitig der Name und alle andern Eigenschaften der Melodie. Dadurch wird ein complicirtes Verhältniss geschaffen, und mit diesem associiren sich die folgenden Noten sämmtlich eine nach der andern. Auf diese Weise werden an dreissig Noten in einer festen Ordnung verkettet, indem jede Note die durch Association gegebene Folge einer Gruppe von Noten oder anderer

geistigen Effecte von mindestens drei bis vier Gliedern ist. Es bestehen sonach beinahe dreissig Associationen von einer gewissen Complicirtheit bei dieser einzigen Melodie. Nun kennt aber ein guter Musiker Hunderte von solchen Tonfolgen, vielleicht über tausend, aber gewiss nicht weniger als tausend. Dabei muss man allerdings den Wiederholungen einen weiten Spielraum gestatten. Eine musikalische Bildung würde danach an zwanzigtausend einzelner Associationen kleiner bestimmender Notengruppen mit andern Noten umfassen.

Nach dieser Analogie sollten wir auch das Wortgedächtniss für eine Reihe aufeinanderfolgender Wörter ausdrücken. Die bestimmenden Wörter eines Satzes — zwei, drei oder vier an der Zahl — beginnen den Gedankengang; jedes neue Wort associirt sich mit einer vorhergehenden Gruppe von Worten und Gedanken.

6) In den erworbenen Verbindungen mit den Gefühlen oder Gemüthsbewegungen und in jenen als „moralische Gewohnheiten" bezeichneten Associationen des Willens könnten wir eine gesonderte und etwas eigenthümliche Klasse von Bildungen anführen. Die Zahl ist noch sehr gross, wie man sofort erkennt, sobald man an die grosse Menge der in unserm Geist mit freudigen und schmerzlichen Gefühlen verbundenen Dinge denkt. Die Eigenthümlichkeit liegt in dem stärkern Anprall oder der bedeutendern Kraft jeder Welle, die sei es ein Gefühl, sei es eine Willensäusserung herbeiführt.

Diesem Anprall entsprechend muss plötzlich Nervenkraft frei werden, und dazu ist eine gewisse Masse von Nervensubstanz nöthig — ein grosser Haufen von Zellen, der in Thätigkeit gesetzt werden muss. Denken wir an die Anspannung, welche nöthig ist, um den Kampf des Willens gegen einen starken Appetit zu bestehen. In einem Falle der Art müssen die Zellen des Gehirns nicht allein als Vereinigungspunkte zur Herstellung complicirter Gruppirungen, sondern auch als Kraftquellen dienen; und die dazu nöthige Zahl muss offenbar viel grösser sein. Die Grösse des Gehirns, oder die Menge der Nervenelemente — der Fasern wie der Zellen — ist nicht nur von dem Verstande abhängig, sondern variirt auch mit dem Bedürfniss an Muskelkraft; und dazu müssen wir jetzt noch die Energie der Gefühlsäusserungen und des Willens oder der Willensimpulse hinzufügen. Ein beträchtlicher Theil der Nervenelemente muss somit der eben besprochenen Klasse von Bildungen zugezählt werden.

Man hat nun die etwas heikle Frage aufgeworfen, ob die drei Functionen — der Verstand, das Gefühl oder die Gemüthsbewegung und der Wille im Gehirn örtlich getrennt seien. Die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass die Verstandescombinationen und die Gefühle zusammengehen, nur mit dem Unterschiede, dass die Ströme der Gefühle oder Gemüthsbewegungen eine weite Ausbreitung und einen gewaltsamern Anprall besitzen

und ihren Weg zu den motorischen Centren im grossen Ganzen finden, und dadurch den sogenannten Ausdruck der Gefühle hervorrufen. Die Gefühlsströme sind ursprünglich zugleich intellectuell und emotionell, können sich jedoch mehr in der einen Richtung als in der andern entwickeln; doch hat jede intellectuelle Anstrengung eine emotionelle Seite und jede emotionelle Aeusserung eine intellectuelle Seite.

Die Association von Gegenständen mit Gefühlen spielt im Geiste eine grosse Rolle; sie bedingt im reifern Alter in ausgedehntem Masse die Empfindlichkeit für freudige und schmerzliche Eindrücke. Nach der Entwickelungslehre wird diese Klasse von Bildungon erblich und erklärt unsere besondern Gemüthsbewegungen, wie Furcht, Liebe und Zorn.

Stellen wir diese und andere Andeutungen von der Ausdehnung der erworbenen menschlichen Vorstellungen, welche getrennte und unabhängige Verkörperungen in den Nerven verlangen, zusammen. Nehmen wir die Sprache, wo eine numerische Schätzung mit einiger Wahrscheinlichkeit anzustellen ist. Wir können die Zahl der Wörter in einer Sprache zählen, und dabei von der Wiederholung desselben Wurzelwortes in verschiedenen Zusammensetzungen absehen. Die Association eines Wortes mit einem einfachen Gedanken wie Sonne, Feuer, Hügel, Nahrung, bietet einen begrenzten wenn auch immerhin beträchtlichen Grad von

Complication dar. Die Association eines Namens mit einem andern in einer fremden Sprache ist eine noch einfachere Verbindung.

Als ein Beispiel kann ich die chinesische Sprache mit ihren vierzigtausend Schriftzeichen anführen. Das stärkste Gedächtniss ist nicht im Stande, dieselben zu behalten; ja es gehört schon eine sehr ungewöhnliche Anstrengung des Gedächtnisses dazu, um sich nur die zehntausend für die gewöhnliche Literatur erforderlichen einzuprägen. Versetzen wir uns ferner in die Lage eines Philologen, der sechs civilisirte Sprachen und zehn uncivilisirte Vocabularien (von je einigen hundert Vocabeln) kennt. Eine solche Summe von Kenntnissen dürfte kaum weniger als die Hälfte der Aufmerksamkeit und Plasticität eines Menschenlebens in Anspruch nehmen. Wenn nun diese Bildung durch funfzigtausend Verbindungen im Gehirn von verschiedener Complicirtheit, viele davon aber sehr einfach, wie Wort mit Wort, repräsentirt würde, so könnten wir danach eine ungefähre Schätzung der Grösse der uns möglichen Aneignung von Vorstellungen anstellen.

Das, was Mannichfaltigkeit und Umfang betrifft, der Sprache am nächsten stehende Gebiet ist das der Gesichtserinnerungen oder malerischer Gruppen und Scenen. Auch hier erreichen wir eine Grenze. Ein Anhalt für die Berechnung könnte sein, wie viel Gesichter wir im Gedächtniss behalten und mit Namen und andern begleitenden Umständen

associiren können. Gewiss nicht mehr als zwei- bis dreitausend. Ebenso ist es mit der Erinnerung von Oertlichkeiten, z. B. von Strassen der Städte. Ein Menschenleben würde nicht hinreichen, um die Strassen von London im Gedächtniss aufzuspeichern.

Ein Gegenstand wie das menschliche Gesicht oder die menschliche Gestalt scheint ausserordentlich complicirt zu sein. Jeder Zug hat seine Form, Grösse und Färbung; und die Auffassung eines solchen Aggregates scheint ein ungeheueres Aggregat von Sinneseindrücken zu verlangen und eine sehr grosse Menge von Nervenverbindungen in Anspruch zu nehmen. Diese Complication ist jedoch nur eine scheinbare. Das Gedächtniss behält keine farbige Photographie, sondern nur einige wenige besonders hervorspringende und entscheidende Merkmale, vielleicht nicht mehr als sechs bis zehn Andeutungen von Form, Grösse und Farbe. Diese sind hinreichend zur Identificirung und ausser in Fällen von ganz besonders naher Bekanntschaft behalten wir weiter nichts.

Ein Naturforscher kann mit allen Hülfsmitteln der Klassifikation nicht mehr als höchstens vielleicht 2 — 3000 Arten im Gedächtniss behalten; für die übrigen muss er auf seine Bücher zurückgehen. Und dabei muss er schon die grössere Hälfte der plastischen Energie seines Gehirns auf seine Specialstudien verwandt haben.

Daraus folgt, dass die Gehirneinrichtungen von einer gewissen typischen Complication auch nicht

annähernd nach Hunderten zählen; es sind Tausende und selbst Zehntausende; ja sie lassen sich kaum nach Hunderttausenden zählen.

Versuchen wir einmal eine rohe Schätzung der Nervenelemente — der Fasern und Zellen — um ihre Zahl mit der unserer erworbenen Vorstellungen zu vergleichen.

Die dünne Schicht von grauer Substanz, welche die Hemisphären des Gehirns umgibt und sich in vielen Duplicaturen durch den gefurchten und gewundenen Bau ausbreitet, ist etwas schwierig zu berechnen. Man hat ihre Masse auf über 300 Quadratzoll oder auf nahezu gleich einer quadratischen Fläche von 18 Zoll Seitenlänge geschätzt. Ihre Dicke schwankt, lässt sich jedoch im Durchschnitt auf einen Zehntelzoll angeben. Es ist die grösste Anhäufung von grauer Substanz im Körper und besteht aus mehrern Lagen grauer Substanz, die durch weisse voneinander getrennt sind. Die graue Substanz ist eine fast compacte Masse von Zellen verschiedener Grösse. Grosse geschwänzte Nervenzellen sind untermischt mit sehr kleinen Körperchen von weniger als einem Tausendstelzoll im Durchmesser. Abgesehen von Zwischenräumen, können wir annehmen, dass etwa 500 Zellen in einer Linie nebeneinander einen Zoll einnehmen; das gäbe eine Viertelmillion auf den Quadratzoll, für 300 Zoll. Wenn die Hälfte der Dicke der Schicht aus Fasern bestände, so würden die Zellen für sich allein eine Masse von einem

Zwanzigstelzoll Dicke darstellen, sagen wir, etwa 16 Zellen in der Tiefe. Multipliciren wir diese Zahlen miteinander, so erhalten wir eine Totalsumme von 1200 Millionen Zellen in der die Hemisphären bedeckenden grauen Substanz. Da jede Zelle nun mit mindestens zwei Fasern in Zusammenhang steht, oft aber noch mit viel mehrern, so können wir diese Zahl mit vier multipliciren, um die Zahl der mit der Masse verbundenen Fasern zu finden; das gibt 4800 Millionen Fasern. Nehmen wir nun an, die Zahlen seien 1000 (Zellen) respective 5000 (Fasern) Millionen, und stellen danach den Vergleich mit unsern erworbenen Vorstellungen folgendermassen an:

Bei einer Gesammtmenge von 50000 erworbenen Vorstellungen, die gleichmässig über die ganzen Hemisphären verbreitet sind, kommen auf jede Nervengruppirung an 20000 Zellen und 100000 Fasern.

Bei einer Gesammtmenge von 200000 Vorstellungen von dem angenommenen Typus, und das würde gewiss das stärkste Gedächtniss und die reichste Begabung umfassen, kommen auf jede Nervengruppirung 5000 Zellen und 25000 Fasern.

Dabei haben wir eine sehr beträchtliche Masse Nervensubstanz im Rückenmark, im verlängerten Mark, im Kleinhirn und in den kleinern grauen Centren des Gehirns, in denen grosse Mengen grauer Substanz vorhanden sind, noch gar nicht in Rechnung gezogen.

Eine solche auf die Hemisphären des Gehirns beschränkte Schätzung reicht für ihren Zweck vollkommen hin, nämlich zu zeigen, dass, wenn die zu verkörpernden Vorstellungen, für die zu sorgen ist, zahlreich sind, die Nervenelemente es nicht minder sind, und dass es nicht unwahrscheinlich ist, wenn man für jede besondere Vorstellung eine selbständige Nervenleitung annimmt.

Es ist dagegen durchaus nicht wahrscheinlich, dass das ganze Gehirn sich gleichmässig unter die verschiedenen zu erinnernden oder zu erlernenden Gegenstände vertheilen lässt. Abgesehen von der Thatsache, dass ein grosser Theil der Hirnsubstanz nur als Batterie fungirt — um Muskeln zu treiben und energische Willensanstrengungen und Gefühlsausdrücke aufrecht zu erhalten — scheint oft eine und dieselbe Vorstellung in verschiedenen Theilen doppelt vertreten zu sein. Die beiden Hemisphären wiederholen einander offenbar; wenn die eine verletzt wird, erhält die andere den Gang der Erinnerung, wenn auch mit geschwächter Energie, aufrecht. Man hat sogar angenommen, dass in derselben Hemisphäre doppelte Vertretung existirt, indem Verletzungen am Vordertheil des Kopfes vorgekommen sind, ohne nur eine einzige Klasse von Vorstellungen zu zerstören. Ueberdies ist es im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass eine vollkommene Oekonomie der Zellen und Fasern erreicht werden kann, mögen die Vorstellungen im Gehirn auch noch so gut vertheilt sein:

Wenn wir alle Elemente in volles Spiel bringen könnten, dann wäre möglicherweise Raum für das Doppelte und mehr von unserm jetzigen Durchschnittsschatze an Erinnerungen.

Wir können nun einen Schritt weiter gehen und fragen, wie die verschiedenen Gruppirungen entstehen und wie sie so isolirt werden können, dass die erforderliche Sonderung unserer Gedankengänge erhalten bleibt. Ich will erst auf die Schwierigkeiten der Sache hinweisen.

Wenn jede Reihe von sensibeln Fasern eine bestimmte Verbindung mit motorischen oder ausführenden hätte, so würde immer der Reizung derselben Nerven dieselbe Bewegung folgen, wie bei den Reflexbewegungen; die Faser a würde nichts als die Bewegung x bewirken. Es ist aber für die Mannichfaltigkeit und Biegsamkeit unserer zu erlernenden Fähigkeiten nöthig, dass die Faser a einmal an der Reizung von x, das andere mal an der von y theilnehmen kann, je nachdem die Umstände andere sind. Der Schlag einer Uhr veranlasst uns einmal in dieser Richtung, das andere mal in jener Richtung aufzubrechen, je nach den Gedanken, mit denen er zusammentrifft. Ferner wird der Grad der Reizung derselben Faser nicht nur eine grössere Energie derselben Reaction, wie bei einem Reflex, bestimmen, sondern eine ganz andere Reaction: a, schwach, bedingt die Bewegung x; a, stark, bedingt y. Der den Hafen suchende

Steuermann eines Schiffes wird von der Intensität des Leuchtfeuers geleitet.

Die folgenden Beispiele zeigen uns die beiden Hauptbedingungen, wodurch derselbe Nerv verschiedene Bewegungen veranlassen kann, nämlich:

1) die verschiedene Gruppirung,
2) die ungleiche Reizung.

Wir wollen mit dem Falle der Verschiedenheit der Gruppirung beginnen. Die Faser a gleichzeitig mit b gereizt, gibt x; so gibt a c y und b c z.

Versuchen wir uns vorzustellen, wie die Structur diesen Verhältnissen angepasst wird. Wir müssen nicht nur Fasern annehmen, die sich durch Verzweigungen mittels der Zellvereinigungen vervielfältigen, sondern auch eine ausgedehnte Bildung von Kreuzverbindungen. Wir können dies in folgender Weise darstellen. Denken wir uns, a trete in eine Zelle ein und an seine Stelle treten a′, a′ u. s. w.; ähnlich spalte sich b zu b′ b′ u. s. w. Nun trete einer der Zweige von a, oder a′ in eine zweite Zelle ein und ein Zweig von b oder b′ in dieselbe, und einer der austretenden Zweige sei X, so haben wir ein Mittel, um das vereinigte a und b mit X zu verbinden; in einer andern Kreuzung mag sich a mit einem Zweige von c vereinigen, aus der Kreuzung Y hervorgehen, und so fort. In jedem Falle, wo vereinigte Reize eine bestimmte Bewegung hervorrufen, müssen wir eine Reihe von Zellen annehmen, wo Verzweigungen der gereizten Nerven sich vereinigen und einen Ausweg finden,

um mit jener bestimmten Bewegung in Verbindung zu treten.

Die Figur 2 zeigt uns diese Anordnung. Die Faser a verzweigt sich in zwei, a′ und a′, die Faser b in b′ und b′, und c in c′ und c′. Einer der Zweige von a vereinigt sich mit einem der Zweige von b oder a′ b′ in einer Zelle X; b′ c′ vereinigen

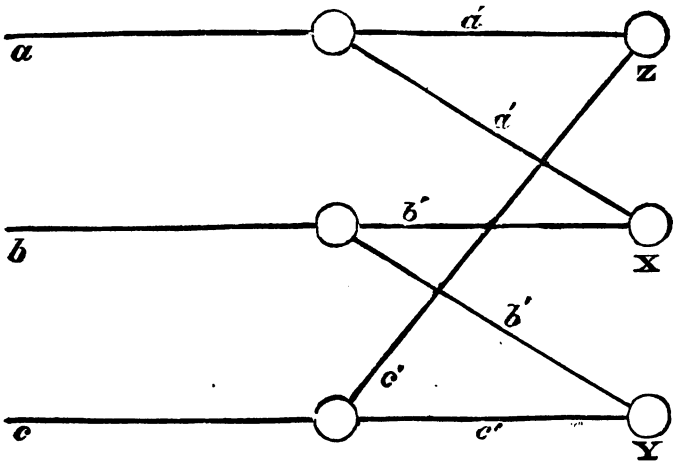


Fig. 2.

sich in Y und a′ c′ in Z. Diese Zellen X, Y, Z sollen die Anfänge von motorischen Fasern sein, deren jede mit einer besondern Muskelgruppe communicirt und eine bestimmte Bewegung herbeiführt. Mit diesem Plane genügen wir der ersten Bedingung, dass wir jeder verschiedenen Combination von Sinneseindrücken einen besondern Ausgang zuweisen.

Wir können diese Figur mit der folgenden vergleichen, welche Dr. Lionel Beale gegeben hat, um daran die Art und Weise der Verbindung von Nervenfasern mit geschwänzten Nervenzellen zu zeigen. Die Kreuzung der Fasern von einer Zelle zu collateralen Zellen entspricht genau dem, was wir in der vorhergehenden Darstellung angenommen haben. Dr. Beale vertritt keine Theorie

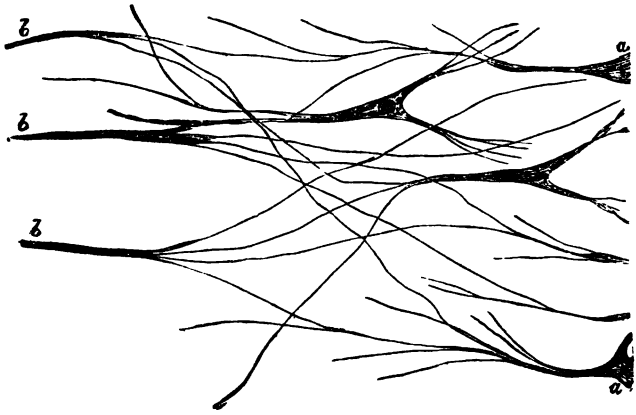


Fig. 3.

von der physischen Basis unserer intellectuellen Fähigkeiten; sein Zweck ist nur, die Verbindung von Fasern und Zellen so darzustellen, wie sie wirklich existirt. Die Uebereinstimmung seiner Zeichnung mit dem Schema der Kreuzverbindungen, wie es das vorhergehende hypothetische Schema erfordert, ist sehr schlagend. Ohne ein sehr ausgedehntes System solcher Seitenverbindungen würden wir in der That nicht im Stande sein, uns

eine Vorstellung von der Verkörperung unserer getrennten Geisteseindrücke zu machen.

Wir haben den einfachsten Fall genommen, der möglich ist — binäre Gruppirung von drei Elementen a, b, c. Die Figur zeigt uns, dass dazu drei primäre Fasern, sechs Zweigfasern und sechs Zellen nöthig sind. Unsere erworbenen Vorstellungen enthalten aber weit complicirtere Gruppirungen. Um einen bestimmten Charakter der gewöhnlichsten Eindrücke auf das Auge oder das Ohr zu nennen, so sind meistens vier, fünf, sechs, sieben oder mehr Eindrücke vereinigt, wie in den Buchstaben eines Wortes, den Merkmalen eines Stückes Hausgeräth, den Zügen einer Person; und jeder dieser elementaren oder Theileindrücke — ein Buchstabe des Alphabets, eine runde oder eckige Form — ist schon ein complicirtes Compositum. Demnach muss die Zahl der in Thätigkeit gebrachten Fasern und Zellen, ehe die Gruppirung auf eine Reihe von Zellen convergiren kann, welche bestimmt mit einer ausführenden motorischen Vorkehrung oder mit einer andern innern Gruppirung zusammenhängt, — in der That sehr gross sein; und für die ungeheuere Zahl von Fasern und Zellen, die nachweislich im Gehirn vorhanden sind, dürfte die getrennte Verkörperung jedes einzelnen Eindrucks und Gedankens unausführbar erscheinen.

Sodann was die ungleiche Intensität der Reizung derselben Nerven betrifft: — a, schwach, ist mit X verbunden, a, stärker, mit Y, a, noch stärker,

girend, von wo ein charakteristischer motorischer Impuls ausgehen würde. Die an Y herantretenden Zweige sind a^2, a^3 und a^4.

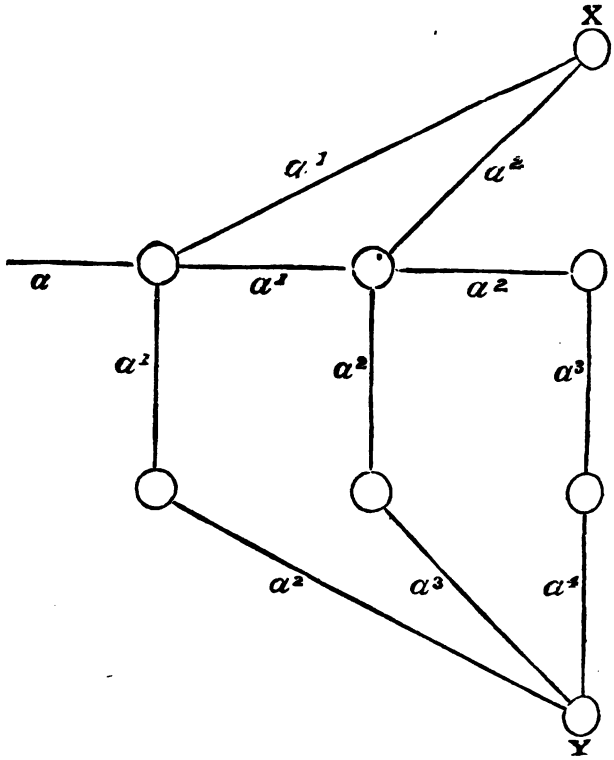


Fig. 4.

Für diese Anordnung sind mindestens sieben Fasern — primäre, secundäre u. s. w. — und acht Zellen nöthig. Ein nächst höherer Grad würde schon viel mehr enthalten, damit eine bestimmte

Gruppirung auf einen Punkt convergiren könnte. Die Zahl der erforderlichen Elemente würde sehr rasch zunehmen, um eine Vervielfältigung der Intensitätsgrade zu ermöglichen — vielleicht mehr als bei der Vereinigung verschiedener Eindrücke. Dies findet wahrscheinlich in unserer thatsächlichen Erfahrung Bestätigung, denn wir bemerken verschiedene Combinationen verschiedener Eindrücke leichter als verschiedene Intensitäten desselben Eindrucks; wir behalten einen buntfarbigen Gegenstand, z. B. ein Stück Tartan, besser im Gedächtniss als die verschiedenen Intensitäten eines Lichts oder eines Schalles; wir besitzen eine viel grössere Menge Erinnerungen von verschiedenen Gruppirungen als von verschiedenen Graden desselben Effectes.

Nachdem wir so gesehen haben, wie für jeden neuen geistigen Zusammenhang, der für unsere fortschreitende Erwerbung von Vorstellungen nöthig ist, durch eine besondere, diesem Zusammenhange gewidmete Nervenleitung gesorgt ist, bleibt uns noch der Punkt zu betrachten, durch welche Mittel die Verbindungen dauernd in den einzelnen Leitungen fixirt werden. Damit bestimmen wir die physische Grenze des Gedächtnisses, der Erinnerung oder des Bewahrungsvermögens des Geistes.

Wir kennen die Bedingungen, welche nöthig sind, um eine Vorstellung zu gewinnen oder zwei oder mehr Dinge gleichzeitig im Gedächtniss fest-

zuhalten. Die einzelnen Eindrücke müssen gleichzeitig hervorgerufen werden oder einander so schnell folgen, und müssen eine Zeit lang zusammengehalten werden, entweder bei einer Gelegenheit oder bei wiederholten Gelegenheiten. Nun entspricht jedem Eindruck, jeder Empfindung oder jedem Gedanken physisch eine Gruppe oder Reihe von Nervenströmen; wenn zwei Eindrücke zusammentreffen oder sehr bald aufeinanderfolgen, so finden die Nervenströme irgendeine Brücke oder eine Berührungsstelle, besser oder schlechter je nachdem die zum Uebergang brauchbare Nervensubstanz reichlich oder spärlich ist. In den Zellen, wo die Ströme sich begegnen und vereinigen, findet infolge der Begegnung eine Verstärkung der Verbindung oder eine Verminderung des Widerstandes statt — es bildet sich für die betreffende Linie eine vor andern Linien, wo die Continuität nicht hergestellt ist, vorgezogene Leitung aus.

Dies ist nur eine hypothetische Uebersetzung der Thatsachen: aber es ist eine sehr wahrscheinliche Uebersetzung. In der Natur und Zahl der Nervenelemente und in der Art ihrer Verbindung ist nichts Hypothetisches; und man weicht nicht im geringsten von der Wirklichkeit oder der grössten Wahrscheinlichkeit ab, wenn man für die mit jeder einzelnen Empfindung, Vorstellung, Gemüthsbewegung oder einer andern Form des Bewusstseins zusammenhängenden Nervenerregungen besondere und getrennte Leitungsbahnen annimmt. Was die

genaue Art der plastischen Einrichtungen betrifft, welche getrennte Eindrücke zu Ketten und Aggregaten im Gedächtniss vereinigt — so wissen wir, dass es die Zellen oder die Kreuzungspunkte sind, auf welche die Einwirkung gerichtet ist; dass bei der Wirkung ein Zufluss von gesundem Blut mit in Thätigkeit ist, und dass der Process Zeit erfordert. Es ist offenbar eine Art von physikalischer Veränderung in der Hirnsubstanz; aber die genaue Form der in den Linien verstärkter Communication oder verminderten Widerstandes hervorgerufenen Molecularveränderungen können wir nur als eine Steigerung der Leitungsfähigkeit in jenen Linien im Vergleich mit den Seitenöffnungen, wo keine solche Einwirkung stattgefunden hat, bezeichnen.*

* Bei diesem Versuch, die Verkörperung unserer intellectuellen Functionen im Gehirn zu skizziren, sind mir Dr. Lionel Beale's Ansichten und Abbildungen von grossem Nutzen gewesen. Fast jede der ihm eigenthümlichen Ansichten unterstützt die obige Speculation.

1) Was die Verbindung der Nervenzellen betrifft, so behauptet Dr. Beale, alle echten Nervenzellen hingen mit Nervenfasern zusammen und hätten mindestens zwei solcher Verbindungen. Die sogenannten apolaren Zellen — die keine sichtbare Communication mit Fasern besitzen — sind für jede bisjetzt aufgestellte Hypothese über die Nerventhätigkeit ohne Bedeutung. Während ausserdem zuzugeben ist, dass die Zahl der Nervenverbindungen nicht weniger als zwei sein kann, so muss jedenfalls eine grosse Menge von Zellen mehr als zwei haben, da sonst Nervenfasern als lose Enden im Gehirn beginnen müssten.

2) In Bezug auf die Stärke und somit die Zahl der primi-

tiven Nervenfasern meint Dr. Beale, dass die sogenannten primitiven Fasern (die dunkel contourirten Fasern, deren Dicke von $^1/_{3000}$ bis $^1/_{15000}$ Zoll schwankt) in Wirklichkeit noch Bündel seien, während die echten Primitivfasern durch die sich verästelnden Endfasern von $^1/_{100000}$ Zoll oder weniger dargestellt würden. Nun muss bei der Annahme einer getrennten Nervenleitung oder Reihe von Verbindungen für jede einzeln erworbene Vorstellung die Zahl der Fasern der der Vorstellungen entsprechen; und je grösser die Zahl der nachweislich vorhandenen Fasern ist, desto wahrscheinlicher ist die Hypothese einer gesonderten Verkörperung der Vorstellungen.

3) Die Art und Weise der Verbindung der Nervenfasern mit den Zellen und miteinander durch die Zellen wird von Dr. Beale nach seiner Vermuthung in einer Figur dargestellt, welche unsere Auffassung von den dem Gedächtniss und den Vorstellungen zu Grunde liegenden physischen Einrichtungen sehr erleichtert. (Ich verweise hauptsächlich auf seine Abhandlung in den „Proceedings of the Royal Society", vol. XIII, p. 386: „On the Paths of Nerve-currents in Nerve-cells.") Er beobachtete, wie in einzelnen Exemplaren der geschwänzten Nervenzellen eine Reihe von Linien durch den Körper der Zelle hindurchzog und sich in die Zweige fortsetzte oder mit den Nerven communicirte. Er betrachtet diese Linien als die Leitungsbahnen der Nerventhätigkeit durch die Zelle, deren Substanz von der der übrigen Zelle wahrscheinlich etwas verschieden ist. An diese Erscheinung knüpft er die (von ihm vertretene, von andern dagegen angefochtene) Lehre, dass die Nerven in Schleifen enden und mithin einen ununterbrochenen nervösen Schliessungskreis bilden. Er meint sodann weiter, die Zellkreuzung sei der Ort, wo die innern Krümmungen einer grossen Menge selbständiger Schliessungskreise in nächste Nähe zueinanderkommen und sich, ähnlich einer elektrischen Induction, afficiren. Jede Thätigkeit oder Erregung eines der Schliessungskreise würde seine Erregung allen andern mittheilen, die mit ihm in derselbeu Zelle zusammenkommen. (Vgl. Fig. 3 der angeführten Abhandlung.)

Bei solcher Anordnung könnte ich annehmen, dass zuerst ein jeder Schliessungskreis auf alle andern ohne Unterschied einwirke, dass aber infolge dessen, dass zwei von ihnen unabhängig in demselben Augenblicke in Thätigkeit versetzt werden, durch eine in der dazwischenliegenden Zellsubstanz hervorgerufene Veränderung eine Verstärkung der Verbindung oder eine Verminderung des Widerstandes entstehe, und dass später die Induction von einem dieser Schliessungskreise aus nicht ohne Unterschied, sondern mit Auswahl, verhältnissmässig stark nach dem einen, schwächer nach den übrigen hin erfolge.

KAPITEL VI.

Wie sind Geist und Körper miteinander vereinigt?

Eine ungeheuere Menge von Speculationen hat man über die Art und Weise der Vereinigung von Geist und Körper angestellt. Die meisten Leute sind geneigt, die Frage als unlösbar zu betrachten, als unsern Fähigkeiten unzugänglich, als ein „Mysterium".

Dieses Wort „Mysterium" ist oft gänzlich misverstanden worden. Folgender Art war die Ansicht eines der tüchtigsten Bibelkritiker — Principal George Campbell — über die Anwendung des Wortes in der Religionslehre. Nach Campbell's Meinung bedeutet „μυστήριον" einfach, was wir ein „Geheimniss" nennen — etwas, was uns augenblicklich noch verborgen ist, was wir aber später begreifen werden. Es ist der correlative Ausdruck zu „Offenbarung", welches aufdeckt, was bis dahin verborgen war.

Nach einer andern Auffassung ist Mysterium correlativ zu Erklärung; es bedeutet etwas, was als Thatsache immerhin verständlich, aber noch nicht

erklärt, noch nicht auf ein Gesetz, ein Princip oder eine Ursache zurückgeführt ist. Die Ebbe und Flut, die Bewegung der Planeten, Satelliten und Kometen waren zu allen Zeiten als Thatsachen verständlich; aber sie galten als Mysterien, bis Newton sie unter das Gesetz der Bewegung und der Schwere brachte. Erdbeben und Vulkane sind immer noch mysteriös; ihre Erklärung ist bisjetzt noch nicht ganz gelungen. Die unmittelbare Herkunft der Muskelkraft und der thierischen Wärme ist noch unbekannt, und das macht diese Erscheinung mysteriös.

Die Bedeutung des correlativen Paares — Mysterium und Erklärung — ist durch den Gang der Naturwissenschaft seit Newton's Zeit bestimmt geworden. Mysterium ist die Isolirung einer Thatsache von allem andern. Erklärung ist die Ermittelung einer Uebereinstimmung bei getrennten Thatsachen: es ist wesentlich der Verallgemeinerungsprocess, wodurch viele weit zerstreute Erscheinungen unter ein alle beherrschendes Princip oder Gesetz gebracht werden. Der Fall eines Steines, das Fliessen eines Stromes, das Verbleiben des Mondes in seiner Bahn, alles wird durch das eine Gesetz der Schwere ausgedrückt. Diese Verallgemeinerung ist ein wirklicher Fortschritt in unserm Wissen, ein Steigen auf der Stufenleiter der Intelligenz, ein Schritt zur Centralisation des Reiches der Wissenschaft, und sie ist das einzig wahre Mittel der Erklärung. Eine Schwierigkeit

ist gehoben, ein Mysterium ist enträthselt, wenn man zeigen kann, dass die mysteriöse Thatsache andern Thatsachen ähnlich ist. Mysterium ist Vereinzelung, Ausnahme; es kann sogar ein scheinbarer Widerspruch sein; die Lösung des Mysteriums findet sich in der Aehnlichkeit, Identität, Brüderlichkeit. Wenn alle Naturvorgänge einmal in ihrer Aehnlichkeit erkannt sind, soweit die Aehnlichkeit gehen kann, dann hat die Erklärung ein Ende und damit auch das Bedürfniss danach; dann hat alles, was der Geist verständigerweise wünschen kann, ein Ende, vollkommenes Einsehen ist erreicht.

Aber, sagen manche Leute, nachdem der Fall eines Steines und die Anziehung der Sonne in eine als Schwere bezeichnete Kraft zusammengefasst ist, bleibt doch noch das Mysterium — was ist die Schwere? Sogar Newton suchte die Schwere selbst zu erklären. Nun, wenn man noch weiter gehen will, so finde man eine Kraft, die man mit der Schwere assimiliren kann; dann wird man einen neuen Schritt in der Verallgemeinerung und damit in der Erklärung thun. Wenn es jedoch keine andere Kraft gibt, die man assimiliren könnte, dann ist die Schwere der letzte Ausdruck der Erklärung, die volle Offenbarung des Geheimnisses. Da ist nichts weiter zu erklären, nichts zu wünschen. Und wir haben hier keinen Grund, mit diesem Thatbestande unzufrieden zu sein, uns über eine nur scheinbare Befriedigung zu beklagen,

oder darüber, dass wir auf einem niedrigern Gipfel ständen als wir möglicherweise könnten. Unserer Intelligenz wird durch den Besitz eines in seiner Tragweite ebenso umfassenden Princips wie die Erscheinung selbst vollkommene Ehre, volles Genüge gethan.

Wenden wir alles dies auf die Vereinigung von Geist und Körper an. Diese beiden Erscheinungen haben nur sehr wenig miteinander gemein; sie theilen nur die allgemeinsten Attribute miteinander, nämlich Quantität, Coexistenz und Folge, und selbst dies gilt nur in beschränkter Weise.

Was Quantität, Grad oder Unterscheidung von Mehr und Weniger betrifft, findet auf keiner Seite eine Ausnahme statt. An den Eigenschaften jedes materiellen Körpers kann man das mehr oder weniger unterscheiden; Grösse, Gewicht, Farbe, Härte u. s. w. haben angebbare Grade oder Stärken, die für jede Substanz charakteristisch sind. Ebenso werden die geistigen Eigenschaften als mehr oder weniger unterschieden; unsere freudigen, unsere schmerzlichen Gefühle, unsere Gedanken können wir zählen und messen, wenn wir allerdings auch die Intensitätsgrade der Gefühle nicht mit derselben feinsten Genauigkeit angeben können, welche bei den Haupteigenschaften der Materie, wie Grösse, Gewicht oder Zähigkeit, möglich ist. Ferner sind materielle Eigenschaften coexistent; mehrere können gleichzeitig an demselben Gegenstande auftreten; ein Diamant hat Grösse, Form,

Durchsichtigkeit und andere Eigenschaften, die alle zusammen mit derselben Einheit verbunden sind. Ebenso sind geistige Attribute einem und demselben Gegenstande gleichzeitig eigen; derselbe Geist fühlt, will und denkt. Endlich sind materielle Erscheinungen in einem Zustande der Veränderung; sie zeigen aufeinanderfolgende Phasen; und in ihrer Folge erkennen wir die eigenthümliche und merkwürdige Verknüpfung, die wir als Ursächlichkeit oder Ursache und Wirkung bezeichnen. Ein Funke fällt ins Wasser und erlischt; er fällt auf Schiesspulver, und es erfolgt eine Explosion. Dieselbe Schwankung, Veränderung, Folge und Ursächlichkeit lässt sich in den Leistungen des Geistes erkennen; ein Schmerz hört plötzlich auf, es folgt die Reaction der Lust.

Der eine Zug, den man gewöhnlich allen materiellen Erscheinungen zuerkennt, während er allen Zuständen des bewussten Geistes abgeht, ist jene Art der Coexistenz die man als räumliche Anordnung, Ausdehnung bezeichnet. Ein Gebäude oder ein Baum ist ein ausgedehnter Gegenstand; Lust, Schmerz, Erinnerung empfinden wir dagegen nicht als ausgedehnt; es besteht eine gewisse Unverträglichkeit zwischen einem Gefühl und der Vorstellung einer ausgedehnten Grösse. Mit der Empfindung angenehmer Wärme verbinden wir nicht die Vorstellung eines Raum einnehmenden Feuers.

Körperliche und geistige Thatsachen sind an sich gleich begreiflich, gleich verständlich. Wenn wir

einen Tisch sehen, so nehmen wir ihn in der unsern Fähigkeiten entsprechenden Weise wahr; bei einem Tische ist kein Vorbehalt, kein Mysterium. Wenn wir eine warme Oberfläche fühlen, so haben wir einen hinreichenden Begriff davon, was Wärme ist. Es besteht aber ein ausgesprochener Unterschied in der Natur dieser beiden Gefühle; sie sind voneinander weiter verschieden als ein Tisch und ein Haus oder der Geschmack des Zuckers und der Klang einer Aeolsharfe. Die Verschiedenheit hindert jedoch unsere Erkenntniss nicht, sondern trägt im Gegentheil dazu bei; jeder neue Unterschied ist die Offenbarung einer neuen Eigenschaft.

Ich wiederhole es, was eine Aeusserung des Geistes ist, wissen wir ebenso gut wie was ein Stück Materie ist; wir sehen, dass Beide mit andern Arten von Materie und andern Aeusserungen des Geistes übereinstimmen und sich davon unterscheiden. Aber es besteht eine viel nähere Verwandtschaft zwischen materiellen Thatsachen untereinander und zwischen geistigen Thatsachen untereinander, als zwischen materiellen Thatsachen einerseits und geistigen andererseits. Danach theilen wir alle Erscheinungen der Natur in zwei Hauptklassen — in Materie und Geist; diese fassen wir nicht mehr in höhere zusammen. Hierbei kommen wir auf einen viel schroffern Contrast als in irgendeinem frühern Stadium unserer Verallgemeinerungsthätigkeit. Pflanzen und Thiere sind

im einzelnen weit voneinander verschieden; aber beide unterscheiden sich wieder sehr von der leblosen Materie. Dennoch stimmen sie in allen Hauptzügen der materiellen Körper überein und stehen in einem totalen Gegensatz zum Geiste, der weder die unterscheidenden Züge beider noch die beiden gemeinsamen Eigenschaften besitzt. Das Leblose und das Lebende sind nicht so sehr voneinander verschieden wie Körper und Geist.

Die Ausdehnung ist nur die erste in einer langen Reihe von Eigenschaften, die in der Materie überall vorhanden ist, dem Geiste überall abgeht. Trägheit oder Beharrungsvermögen kann einem freudigen oder schmerzlichen Gefühl, einer Vorstellung, wie wir sie im Bewusstsein erfahren, nie eigen sein; sie kommt nur den physischen Begleitern des Geistes, den äusserlichen Willensacten und den Ausdrücken der Gefühle zu. Trägheit tritt in Begleitung der Schwere auf, einer ausschliesslich materiellen Eigenschaft. Ebenso ist Farbe eine rein materielle Eigenschaft, die keinem eigentlichen Gefühle, einer Lust oder einem Schmerze, angehören kann. Diese drei Eigenschaften bilden die Basis der Materie; dazu kommen noch Form, Bewegung und Stellung und eine Schar von andern Eigenschaften — Anziehung und Abstossung, Härte, Elasticität, Cohäsion, Krystallisation, Wärme, Licht, Elektricität, chemische Eigenschaften, organisirte Eigenschaften (in besondern Arten von Materie).

Nachdem wir so die ganze Reihe der der Materie und der dem Geiste eigenthümlichen Eigenschaften aufgezählt haben, bieten sich unserm Studium zwei ganz getrennte Gebiete dar, auf deren jedem grosse Schwierigkeiten zu bewältigen sind. Die Materie ist in vielen ihrer Eigenschaften einfach, verständlich, frei von Mysterien, das wahre Urbild der Klarheit; dahin gehören Ausdehnung, Trägheit, Schwere. Sie besitzt aber auch andere, weniger bekannte, und bisjetzt noch nicht ganz verständliche Eigenschaften; so Wärme, Elektricität, chemische Anziehung. Eine dritte Klasse von Eigenschaften ist unserm Verständniss noch weniger zugänglich und streift an das Mysteriöse; das sind die vitalen Eigenschaften. Wir verstehen es noch nicht, wie die Ernährungsprocesse Muskelbewegung liefern; wir können die Erscheinung noch nicht mit einer andern in ihrer Aehnlichkeit vergleichen oder sie unter ein bekanntes Gesetz bringen.

Auch der Geist ist in manchen seiner Erscheinungen klar genug. Wir unterscheiden Lust und Schmerz, wir wissen mancherlei von den Gesetzen ihres Entstehens und Vergehens wie ihrer wechselseitigen Einwirkung. Wir wissen es als eine Thatsache, dass unsere Gedanken in Reihen aufeinander folgen, und können manche dieser Reihenfolgen in allgemeine Gesetze für die Reihenfolge auflösen, und das heisst, die Erscheinungen bis zu einem gewissen Punkte erklären. Weniger vertraut sind wir mit den Gesetzen der Gedankenfolge im

Traum; diese sind uns verhältnissmässig noch mysteriös.

Es gibt somit zwei Wissensgebiete, die jedes in ihrer eigenen Weise fortschreiten und allmählich das Reich des Klaren und Verständlichen auf Kosten des Dunklen, Isolirten und Unverständlichen ausdehnen. Bis dahin kann sich niemand über etwas beklagen, ausser etwa über die Langsamkeit unsers Fortschritts. Nun haben wir aber eine neue Thatsache in Rechnung zu ziehen, nämlich die, dass diese beiden Klassen von Eigenschaften in der Einheit eines empfindenden Wesens — eines Menschen oder eines Thieres — vereinigt sind. Dasselbe Wesen, das die geistigen Fähigkeiten besitzt, ist ein Klumpen Materie, der durch eine grosse Zahl der subtilsten Gaben der Materie charakterisirt ist. Ein empfindendes Thier hat zwei Grundeigenschaften, zwei Seiten seines Wesens — die eine ganz Materie, die andere ganz Geist. Trotz des cardinalen Gegensatzes dieser beiden Klassen von Kräften sind sie unzertrennlich in demselben Wesen vereinigt; sie hängen in dem einen Individuum, sei es Mensch oder Thier, aufs innigste zusammen. Dies mag wunderbar oder seltsam erscheinen, aber es ist nichts darin, woran man Anstoss nehmen könnte. Wenn der Geist überhaupt existirt, so muss er irgendwo und irgendwie existiren; nach allem, was wir wissen, hätte er allerdings auch für sich allein existiren können, in einer Weise, die wir uns nicht vorstellen können,

weil uns ein Beispiel der Art gar nie vorgekommen ist. Factisch existirt er aber mit einer eigenthümlichen Stoffmasse zusammen, welche in hohem Grade die als lebende oder organisirte bekannten Eigenschaften besitzt. Der Geist ist nicht mit einer mineralischen oder leblosen Substanz verbunden. Hat diese Vereinigung aber etwas mit unserm Studium der beiden getrennten Gebiete — des Geistes und des Körpers — jedes nach seiner Art, zu thun? Offenbar nicht. Es kann auf unsere Beobachtung aller jener materiellen Eigenschaften in Mineralien und Pflanzen, die ohne geistige Kräfte existiren, gar keinen Einfluss haben. Und ebenso wenig braucht es für das Studium der höher organisirten Functionen der Thiere von Bedeutung zu sein, soweit diese nicht auf diese oder jene Weise durch geistige Thätigkeit geleitet werden, und das kann man nur durch thatsächliche Prüfung erfahren.

Wir könnten so allem Anschein nach fortfahren, Geist und Materie getrennt zu erforschen, trotz der Vermischung des Geistigen mit dem Materiellen in gewissen lebenden Gegenständen. Haben wir nun aber auf die Thatsache der Vereinigung selbst Rücksicht zu nehmen? Sollen wir es als eine Eigenschaft der Materie bezeichnen, dass eine gewisse sehr complicirte materielle Masse mit Geist verbunden sein kann, und als eine Eigenschaft des Geistes, dass er sich in Verbindung mit einem materiellen Körper findet? Wenn dies der Fall

ist, so steht es uns offenbar frei, dies auszusprechen. Können wir dies dann ein Mysterium nennen? In gewissem Sinne ja. Es ist eine isolirte und einzig dastehende Thatsache, wenn wir die Materie im allgemeinen betrachten, hat aber grosse Verbreitung, wenn wir die Zahl der Individuen des Menschengeschlechts mit der noch grössern Zahl der niedern Thiere zusammenrechnen. Die Wiederholung der Erscheinung auf einem so weiten Gebiete nimmt ihr durch die genaue Bekanntschaft das Mysteriöse, wenn sie auch den schroffen Gegensatz zwischen der thierischen Natur einerseits und den Pflanzen und Mineralien andererseits nicht aufhebt.

Das Mysterium wird noch weiter schwinden, wenn es uns gelingt, den im grossen Ganzen constatirten Zusammenhang auf einzelne specifische Gesetze des Zusammenhangs zurückzuführen. Dies würde ein Schritt zu wirklicher Aufklärung in jedem Gebiete der Natur sein. Wir nehmen eine Verbindung als Thatsache hin, wie wir jede andere Verbindung hinnehmen — Wärme mit Licht, Magnetismus mit Eisenoxyduloxyd, Schwere mit träger Materie. Wir versuchen alsdann, dies in der einfachsten Form oder unter einem möglichst umfassenden Gesetze auszudrücken. Lösen wir den Zusammenhang von Lust und Schmerz mit allen physischen Reizen der Sinne, mit allen Gedankenregungen, mit allen äussern Ausdrücken in Zügen, Geberden, Bewegungen und Secretionen in die

höchsten möglichen Verallgemeinerungen auf. Wenn dies geschehen ist, werden wir einen Theil des Mysteriums durch die einzige Art der Lösung, die der Fall zulässt, gelöst haben. Gehen wir noch weiter, wenn wir können: verallgemeinern wir den Zusammenhang des Denkens oder Verstandes mit Nerven- und andern Processen; ermitteln wir, welche physische Basis specifisch dem Gedächtniss, der Vernunft, der Einbildung zu Grunde liegt, und was die allgemeinsten Verwandtschaftsverhältnisse sind: auf diese Weise werden wir die Verbindung von Geist und Körper in der intellectuellen Sphäre vollkommen, hinreichend und endgültig erklären. Es ist keine andere Erklärung nöthig, es gibt keine andere, die zulässig, keine andere, die eine Erklärung wäre. Statt dass wir, wie man bisweilen sagt, unglücklich sind, nicht im Stande zu sein, das Wesen des Geistes und der Materie zu erkennen, indem wir ihre Vereinigung nicht erklären, würde unser Unglück nur darin liegen können, dass wir etwas anderes wissen sollen, als wir wirklich wissen oder wissen können. Es ist sicherlich nichts darüber zu klagen, dass die Elemente unserer Erfahrung in letzter Instanz nicht eins, sondern zwei sind. Wenn es funfzig Erfahrungen wären, von denen keine eine einzige Eigenschaft mit einer andern gemein hätte, und wenn wir nur unser gegenwärtiges beschränktes Verstandesvermögen besässen, so könnten wir ein Recht haben, über die Mysteriösität der Welt zu klagen, in der

eigentlichen Auffassung von Mysterium, wonach es etwas bezeichnet, was unser intellectuelles Begriffsvermögen übersteigt, uns mit einer Last unassimilirbarer Thatsachen erdrückt. Aber unsere gegenwärtige Schwierigkeit ist weit geringer; das Vorhandensein der beiden getrennten Wesenheiten ist an sich keine so schreckliche Verzichtleistung auf Erkenntniss.

Es bleibt uns nunmehr noch übrig zu sehen, welcher Ausdruck für diese Vereinigung der beiden getrennten und beiderseits unauflösbaren Naturen am passendsten ist. Durch eine ungeeignete Phraseologie ist manche Frage zum Verzweifeln dunkel und mystisch gemacht worden. In der Geschichte der Philosophie finden wir zahlreiche Fälle, wo durch eine unpassende Sprache Widersprüche hervorgerufen wurden, und zwar gerade am allermeisten in der Frage nach den Beziehungen von Geist und Körper, wie wir in dem Schlusskapitel über die Geschichte der Frage sehen werden. Die Lehre von zwei Substanzen — einer materiellen, die zu einer immateriellen in einer gewissen nur vage definirten Beziehung stehen solle — welche von Thomas von Aquino an bis auf unsere Zeit die vorherrschende war, wird jetzt nach und nach unter dem Einflusse der modernen Physiologie modificirt. Die Abhängigkeit rein intellectueller Leistungen, z. B. des Gedächtnisses, von materiellen Processen ist von den Verfechtern eines immateriellen Princips nur mit Widerstreben

zugegeben worden, ein Zugeständniss, das mit der Isolation des Verstandes bei Aristoteles und Thomas von Aquino gänzlich unvereinbar war. Dieser mehr durchgreifende Zusammenhang des Geistigen und Physischen hat dazu geführt, die Beziehung in einer neuen Form auszudrücken, die der Wahrheit zwar schon näher kommt, aber meiner Meinung nach doch nicht richtig ist. Man sagt jetzt oft, Geist und Körper wirken aufeinander; keinem sei es sozusagen erlaubt, seinen Weg allein zu machen; es fände eine beständige Einmischung, ein wechselseitiger Einfluss zwischen beiden statt. Gegen diese Ansicht lässt sich Folgendes einwenden:

Erstens liegt darin ausgesprochen, dass wir berechtigt sind, vom Geist getrennt vom Körper zu sprechen und seine Kräfte und Eigenschaften in diesem gesonderten Zustande zu behandeln. Aber von einem vom Körper losgelösten Geiste haben wir gar keine Erfahrung, und absolut keine Kenntniss. Der Wind kann auf das Meer wirken und dieses wieder auf den Wind; aber wir kennen die Agentien getrennt, wir sehen sie getrennt existiren vor ihrer Berührung, aber wir können keinen Geist wahrnehmen, der ohne seinen materiellen Begleiter wirksam wäre.

Zweitens haben wir allen Grund anzunehmen, dass neben unsern geistigen Processen eine ununterbrochene Folge von materiellen einhergehe. Vom Eintritt einer Empfindung an bis zur Vollendung

der entsprechenden äussern Handlung ist die geistige Folge auch nicht einen Augenblick von einer physischen Folge losgelöst. Eine neue Aussicht eröffnet sich dem Blick: das geistige Resultat ist Empfindung, Gemüthsbewegung, Denken — es endet äusserlich mit Sprache und Geberde. Parallel mit dieser geistigen Erscheinungsreihe geht die physische, die aufeinanderfolgende Reizung der physischen Organe, des Auges, der Netzhaut, der Sehnerven, der optischen Centren, der Gehirnhemisphären, der ausführenden Nerven, der Muskeln u. s. w. Während wir den geistigen Kreislauf von Empfindung, Gemüthsbewegung und Denken durchlaufen, findet gleichzeitig ein ununterbrochener physischer Kreislauf von Wirkungen statt. Es würde mit allem, was wir von der Gehirnthätigkeit wissen, unvereinbar sein, wollten wir annehmen, die Kette der physischen Processe ende plötzlich in einer physischen Leere, die von einer immateriellen Substanz ausgefüllt sei, welche immaterielle Substanz dann, nachdem sie allein gearbeitet, ihre Resultate dem andern Ende des physischen Zwischenraumes mittheile und so die active Antwort bestimme — zwei Küsten von materieller und dazwischen ein Ocean von immaterieller Substanz. Es findet factisch keine Unterbrechung in der Continuität der Nerven statt. Die einzig haltbare Annahme ist die, dass geistige und physische Processe gleichen Schritt miteinander halten, wie unzertrennbare Zwillinge. Wenn wir demnach

von einer geistigen Ursache, einem geistigen Triebe sprechen, so handelt es sich immer um eine zweiseitige Ursache; die herbeigeführte Wirkung ist nicht die des Geistes allein, sondern des Geistes und des Körpers. Wenn wir sagen, der Geist habe einen Einfluss auf den Körper geübt, so sprechen wir damit aus, ein zweiseitiges Phänomen, dessen eine Seite körperlich ist, könne den Körper beeinflussen; mithin wirkt also schliesslich Körper auf Körper. Wenn ein Anfall von Furcht die Verdauung stört, so ist es nicht die Gemüthsbewegung der Furcht in abstracto oder als rein geistige Existenz, welche den Schaden anrichtet, sondern die Gemüthsbewegung in Begleitung eines eigenthümlich erregten Zustandes des Gehirns und des Nervensystems, und dieser Zustand des Gehirns ist es, der den Magen in Unordnung bringt. Wenn physische Ernährung oder ein physischer Reiz, der durch das Blut wirkt, die geistige Aufregung beruhigt und eine heitere Stimmung herstellt, so veranlasst nicht eine körperliche Thatsache in directer Linie eine geistige: die Ernährung und der Reiz bestimmen den Blutzufluss zum Gehirn und geben den Nervenströmen eine neue Richtung, und dem entsprechend kommt der dieser eigenthümlichen Art der Gehirnthätigkeit entsprechende geistige Zustand zum Ausdruck. Die logische Folge ist mithin nicht: Geist als Ursache des Körpers, oder Körper als Ursache des Geistes, sondern Geist-Körper als Ursache des Geist-

Körpers; eine viel verständlichere Auffassung. Für diese doppelte oder verbundene Ursächlichkeit können wir Beweise beibringen, für die einseitige besitzen wir keine.

Dieselbe Kritik findet Anwendung auf eine andere oft gebrauchte Phrase, nämlich: „Der Geist gebraucht den Körper als Instrument“ oder als Mittel, um auf die Aussenwelt einzuwirken. Auch dies setzt für den Geist eine gesonderte Existenz, eine Fähigkeit, selbständig zu leben, einmal mit oder Körper zu wirken, voraus. Angetrieben von dem Wunsche, sich bekannt zu machen und in der Sphäre der Materie eine Rolle zu spielen, benutzt der Geist seinen körperlichen Bundesgenossen, um diesen Wunsch zu befriedigen; wenn er dagegen vorzieht, sich auf sich selbst zu beschränken und mit seiner Selbstbetrachtung zufrieden zu leben, wie die Götter nach Aristoteles' Auffassung, so braucht er nicht mit physischen Processen, mit dem Gehirn, den Sinnen und den Muskelorganen in Zusammenwirkung zu treten. Ich will die Grundlosigkeit dieser Anschauung nicht noch einmal beweisen. Die physische Verknüpfung ist das Hauptgesetz unsers geistigen Wesens: sie ist nicht nur zu dem Zwecke da, um unsere Geisteszustände bekannt zu machen; ohne sie würden wir überhaupt keine Geisteszustände besitzen. Die Mittheilung unserer Gefühle an andere, und die Fähigkeit, äussere Dinge in Bewegung zu setzen, sind Folgen der Verknüpfung, nicht aber deren primäre Motive.

Der Beschluss unsererseits, auf den Geist anderer einzuwirken ist schon eine physische Thatsache in Begleitung einer geistigen und wird nicht einen Deut mehr physisch dadurch, dass er offen zum Ausdruck kommt.

Wenn alle geistigen Thatsachen gleichzeitig physische sind, so wird man fragen, welche Bedeutung hat dann eine eigentliche physische Thatsache? Besteht überhaupt ein Unterschied zwischen geistigen und physischen Agentien? Allerdings und zwar ein sehr bedeutender, der sich leicht durch Beispiele erläutern lässt. Wenn jemand durch Speise, Wein oder einen kühlenden Luftzug erfreut, angeregt oder erfrischt wird — so nennen wir den Einfluss einen physischen; er erstreckt sich auf die Eingeweide und durch diese auf die Nerven, in einer Kette rein physischer Processe. Wenn jemand durch eine gute Nachricht, durch ein erhebendes Schauspiel oder einen unerwarteten Erfolg erfreut wird, so ist der Einfluss ein geistiger; Empfindung, Denken und Bewusstsein sind Theile der Kette, wenn sie auch nicht ohne ihre physische Grundlage bestehen können. Die eigentlich physische Thatsache ist eine einzelne, einseitige, objective Thatsache, die geistige dagegen ist zweiseitig — eine ihrer Seiten ist eine Kette von Gefühlen, Gedanken oder andern subjectiven Elementen. Wir können die geistige Thatsache nicht vollkommen darstellen, ohne auf beide Seiten Rücksicht zu nehmen. Die sogenannten geistigen

Einflüsse — erfreuliche Nachrichten, ein schönes Gedicht und so fort — können nur auf ein physisch zur Beantwortung des Reizes eingerichtetes Gerüst wirken.

Während wir nun zugeben, dass etwas Einziges in seiner Art, wenn auch nicht gerade Merkwürdiges, in der engen Verschmelzung der beiden extremen und entgegengesetzten Thatsachen, die wir als Geist und Materie bezeichnen, liegt, so müssen wir bekennen, dass die totale Verschiedenheit ihrer Natur es uns ungemein schwierig macht, für die Vereinigung einen sprachlichen Ausdruck zu finden. Die Geschichte der Frage liefert uns wiederholt Beispiele, wie gross diese Schwierigkeit ist.

Was ich im Auge habe, ist Folgendes. Wenn ich sage, der Geist sei mit dem Körper — mit einem Gehirn und seinen Nervenerregungen — verbunden, so kann ich kaum umhin, den Geist zu localisiren, ihm einen örtlichen Sitz anzuweisen. Ich soll nun erklären, was den Scholastikern immer viel Kopfzerbrechen gemacht hat, nämlich ob der Geist in jedem Theile ganz ist oder nur ganz im Ganzen; ob ich bei Berührung jedes beliebigen Punktes zu Bewusstsein kommen kann, oder ob für den geringsten Theil des Bewusstseins der ganze Mechanismus nothwendig ist. Man könnte vielleicht die Frage nach Analogie des Telegraphendrahtes oder des elektrischen Schliessungsbogens behandeln und sagen, für jede Manifestation des Geistes sei ein vollkommener Kreis nöthig;

und das ist wahrscheinlich richtig. Aber es ist nicht ganz zutreffend. Die Sache liegt factisch so, dass wir, solange wir von Nerven und Drähten sprechen, von dem eigentlichen Geiste gar nicht sprechen; wir handeln nur von physischen Thatsachen, die daneben einhergehen, aber diese physischen Thatsachen sind noch nicht die geistige Thatsache, ja sie hindern uns sogar, an diese zu denken. Wir befinden uns in folgender eigenthümlichen Lage: geistige und körperliche Thatsachen stehen zueinander im schroffsten Gegensatz; sie lassen sich nicht miteinander vergleichen, sie haben nichts miteinander gemein als die allgemeinsten aller Eigenschaften — Grad und Zeitfolge; wenn die einen uns beschäftigen, müssen wir alles vergessen, was die andern auszeichnet. Wenn ich ein Gehirn und Nervenverbindungen studire, vertiefe ich mich in Eigenschaften, die ausschliesslich der objectiven oder materiellen Welt angehören; ich bin in dem Augenblick nicht im Stande (ausser durch sehr schnelle Uebergänge und Abwechselungen), eine wirklich geistige Thatsache, mein wirklich geistiges Bewusstsein, zu erfassen. Unsere geistige Erfahrung, unsere Gefühle und Gedanken haben keine Ausdehnung, keine Oertlichkeit, keine Form oder Umrisse, keine mechanische Zerlegbarkeit in Theile; und wir sind nicht im Stande, unserere Aufmerksamkeit auf irgendetwas Geistiges zu richten, ohne unsere Augen gegen alles dies zu verschliessen. Gehen wir im Frühjahr auf dem

Lande spazieren, so beschäftigt sich unser Geist mit dem Laube, den Blüten und den grasigen Wiesen — rein objectiven Dingen: plötzlich fesselt uns kräftig der Duft der Maiblumen; wir geben uns auf einen Augenblick der Empfindung des lieblichen Geruchs hin; für diesen Augenblick hören die objectiven Blicke auf; wir denken an nichts Ausgedehntes; wir befinden uns in einem Zustande, wo die Ausdehnung keinen Fuss fassen kann; es gibt für uns keinen Ort mehr. Solche Zustände sind von kurzer Dauer, blosse Anfälle, Lichtblicke; sie ändern sich beständig und wechseln mit objectiven Zuständen ab, während sie aber dauern und ihre volle Stärke besitzen, sind wir in einer andern Welt; die materielle Welt ist ausgelöscht, verfinstert, für den Augenblick undenkbar. Diese subjectiven Momente studirt man am vortheilhaftesten bei Ausbrüchen intensiver Freude oder intensiven Schmerzes, in Momenten tief versunkenen Nachdenkens, besonders über geistige Thatsachen; aber sie erhalten sich selten länger als sehr kurze Zeit in ihrer Reinheit; wir kehren beständig wieder zu der objectiven Seite der Dinge zurück — zu der Welt, deren Basis Ausdehnung und Oertlichkeit ist.

Dies ist, wie mir scheint, die einzige wirkliche Schwierigkeit bei der Beziehung zwischen Geistigem und Körperlichem. Es besteht eine Verbindung mit der Materie, der objectiven oder ausgedehnten Welt; aber das verbundene Ding, der

eigentliche Geist, hat selbst keine Ausdehnung und kann keine örtliche Vereinigung eingehen. Eine Schwierigkeit ist nun die, irgendeinen sprachlichen Ausdruck, irgendeine bekannte Analogie ausfindig zu machen, die dieser so einzigen Verbindung angemessen wäre; im Vergleich mit allen andern Vereinigungen ist sie ein Paradoxon oder ein Widerspruch in sich selbst. Wir verstehen Vereinigung in dem Sinne von örtlichem Zusammenhang; hier haben wir aber eine Vereinigung, bei welcher der örtliche Zusammenhang irrelevant, unstatthaft, contradictorisch ist; denn wir können uns keinen Geist denken, ohne uns aus der Welt der Oertlichkeit hinauszuversetzen. Wenn wir, wie beim reinen Gefühl — bei Lust oder Schmerz — von der objectiven zur subjectiven Haltung übergehen, so vollziehen wir eine Veränderung, die nicht durch einen Ort ausgedrückt werden kann; Uebergang vom Aeusserlichen zum Innerlichen bezeichnet die Sache nicht richtig, denn das bleibt immer eine Veränderung im Gebiete des Ausgedehnten. Der einzige adäquate Ausdruck ist eine Zustandsveränderung: ein Uebergang aus dem Zustande der ausgedehnten Erkenntniss zu einem Zustande der ausdehnungslosen Erkenntniss. Verschiedene Theologen haben den Himmel nicht einen Ort, sondern einen Zustand genannt, und dies ist die einzige Phrase, die mir brauchbar erscheint, um den ungeheuern, wenn auch geläufigen und leichten Uebergang von der materiellen oder aus-

gedehnten zur immateriellen oder ausdehnungslosen Seite unsers Wesens zu bezeichnen.

Wenn wir daher von einer Verkörperung des Geistes im Gehirn reden, so müssen wir wissen, dass wir unter einem wichtigen Vorbehalt oder einer Beschränkung sprechen. Wenn wir auch die Vereinigung mit dem höchsten Nachdruck behaupten, so müssen wir sie doch von der fast unumgänglichen Association mit einer Vereinigung am Orte befreien. Ein ausgedehnter Organismus ist die Bedingung, dass wir in einen Zustand übergehen, wo es keine Ausdehnung gibt. Ein menschliches Wesen ist eine ausgedehnte und materielle Masse, welche die Fähigkeit hat, für Gefühle und Gedanken empfänglich zu werden, die doch von allem, was materiell heisst, soweit wie möglich entfernt sind; es ist ein Zustand der Entrückung, während dessen das Materielle uns aus dem Blick entschwindet — und zwar derart, dass es uns nicht möglich ist, die beiden Extreme als nebeneinander liegend, als Gefäss und Inhalt oder in irgendeiner andern Art örtlicher Vereinigung zu repräsentiren. Die Bedingung, dass wir ganz und gar in dem einen leben, ist die momentane Verfinsterung oder Verlöschung des andern.

Die einzige Weise der Vereinigung, welche nicht auf Widersprüche führt, ist die Vereinigung naher Folge in der Zeit oder der Lage in einen zusammenhängenden Faden bewussten Lebens. Wir sind berechtigt zu sagen, dass dasselbe Wesen abwech-

selnd Object und Subject ist, bei ausgedehntem und bei ausdehnungslosem Bewusstsein, und dass ohne das ausgedehnte Bewusstsein das ausdehnungslose sich nicht bilden würde. Ohne gewisse eigenthümliche Formen des Ausgedehnten — was wir eine Gehirnorganisation u. dgl. nennen — würden wir jene Zeiten der Entrückung, unsere Freuden, unsere Schmerzen und unsere Ideen nicht haben, denen wir jetzt dann und wann und abwechselnd mit unserm ausgedehnten Bewusstsein unterliegen.

KAPITEL VII.

Geschichte der Seelentheorien.

Ich will zuerst die verschiedenen Ansichten, welche man über die letzten Elemente eines menschlichen Wesens haben kann, klassificiren.

I. Zwei Substanzen.

1. Beide materiell.

a) Die herrschende Anschauung bei den niedern Rassen.
b) Bei den meisten der alten griechischen Philosophen.
c) Bei den ersten christlichen Kirchenvätern.

2. Eine immaterielle und eine materielle.

a) Anfang bei Plato und Aristoteles.
b) Bei den spätern Kirchenvätern von Augustin an.
c) Bei den Scholastikern.
d) Bei Descartes.
e) Die verbreitetste Ansicht.

II. Eine Substanz.

1. Geist und Materie dasselbe.

a) Die rohen Formen und Ausdrücke des Materialismus.

b) Der pantheistische Idealismus Fichte's.

2. Der Contrast zwischen Geist und Materie gewahrt.

Vorsichtiger und gemässigter Materialismus — von vielen Physiologen und Metaphysikern vertreten: die sich jetzt immer mehr verbreitende Ansicht.

Da die folgende historische Skizze sich hauptsächlich mit 1) der Entwickelung und 2) dem Verfall des Immaterialismus beschäftigt, so will ich weiter den Weg bahnen durch eine summarische Uebersicht der von den Anhängern desselben vorgebrachten Argumente, welche zugleich die Angriffspunkte der Gegner bilden.

1) Die Seele muss an der Natur oder dem Wesen der Gottheit theilhaben.

2) Die Seele hat keinen bestimmten Platz im Körper.

3) Vernunft oder Denken — die Fähigkeit das All zu erkennen — ist mit der Materie unvereinbar (Thomas von Aquino).

4) Die Würde der Seele verlangt ein über der Materie erhabenes Wesen.

5) Die Materie ist theilbar, der Geist untheilbar.

6) Die Materie ist veränderlich und dem Verderben verfallen; der Geist ist eine reine Substanz.

7) Der Geist ist activ, er besitzt Kraft; die Materie ist passiv, träge, sie erleidet Einwirkungen.

8) Die Seele ist die primäre Quelle oder das Princip des Lebens.

9) Der Geist hat eine persönliche Identität; die Theilchen des Körpers verändern sich beständig.

Die interessanten eingehenden Forschungen, die man in neuerer Zeit mit Bezug auf den Geisteszustand und die Denkweise der niedern Rassen angestellt hat, haben das erste Kapitel aus der Geschichte der Seele beigesteuert. Ich beziehe mich hauptsächlich auf die Schriften von Sir John Lubbock, McLennan und Tylor, die auf die Urgeschichte der Menschheit einen wahren Strom von Licht ergossen haben, und welche die Entwickelung der religiösen Vorstellungen bis zu dem Punkte verfolgt haben, von dem die griechische Philosophie ihren Ausgang nahm.

Tylor hat für die bei allen Rassen der Menschheit verbreitete Auffassung der Seele als einer bestimmten Wesenheit den Ausdruck „Animismus“ eingeführt. Es gibt zwei Klassen von Seelen: solche von individuellen Geschöpfen, wie wir selbst sind, welche die Fähigkeit haben, nach dem Tode fortzuexistiren; und solche von rein geistigen Wesen aller Stufen bis hinauf zu den mächtigsten Gottheiten.

Rücksichtlich des uns vorliegenden Gegenstandes beschäftigten zwei verschiedene Probleme (sagt Tylor) die Gedanken der Menschen auf einer niedrigen Culturstufe. Erstens, was macht den Unterschied zwischen einem lebenden Körper und einem todten? zwischen einem wachenden und einem, der entweder schläft oder sich in irgendeinem leblosen Zustande befindet? Zweitens, was sind jene menschlichen Gestalten, die uns in Träumen und Visionen erscheinen? In der frühesten wilden Philosophie mussten beide Gruppen von Erscheinungen sich gegenseitig erklären und stützen, indem man den Begriff einer Gespensterseele oder Geisterseele erdachte. Der Mangel dieser charakterisirt den leblosen Körper; die Anwesenheit derselben als Besucher bildete den Traum, die Erscheinung oder das Gespenst.

Das Material oder die Substanz der Geistseele ist eine Art von Dampf, Häutchen oder Schatten, für das Gefühl untastbar und unsichtbar ausser bei besondern Gelegenheiten, wo sie sich in Träumen oder Visionen zeigt; sie übt physische Kraft aus, sieht der Person ähnlich, der sie angehört, und erscheint in Gewänder und Anzüge gekleidet, ist im Stande, nicht nur den Leib zu verlassen, sondern schnell von Ort zu Ort zu fliegen, mit vollkommener Bemeisterung des Raumes, und vermag die Leiber anderer Menschen oder Thiere in Besitz zu nehmen und mittels ihrer zu wirken. Selbstverständlich ist die Seele das Princip des Lebens

und aller geistigen Thätigkeit in dem Individuum, dem sie ursprünglich angehört. (Tylor, „Anfänge der Cultur“ [deutsche Uebersetzung], I, 422.)*

In den Wörtern zur Bezeichnung der Seele erkennt man die herrschende Auffassung von ihrer

* Der Besitz einer Seele war nicht auf menschliche Wesen beschränkt. Dass auch Thiere Seelen hätten, war ein ebenso verbreiteter Glaube und die Grundlage zahlreicher Riten und Gebräuche. Mit Rücksicht auf den Besitz der unter dem Begriff der Seele zusammengefassten Eigenschaften konnte man keinen radicalen Unterschied zwischen Mensch und Thier ziehen.

Noch schwächer ist die Analogie zwischen Mensch und Pflanze; aber sie enthält immerhin noch die so scharf ausgeprägten Züge des Lebens und Todes, der Gesundheit und Krankheit. Dies reichte hin, um auch die Pflanzen mit Seelen zu begaben. Die Lehre von der Seelenwanderung lässt auch Pflanzen in die Reihe der aufeinanderfolgenden Behälter eines Geistes treten. Ausserdem zeugt schon die Existenz der Baumverehrung auf dem Wege des Schlusses für den Glauben an Baumseelen.

Wenn man nun gar leblosen Gegenständen Geister oder Seelen zuschreibt, so wird die Analogie offenbar sehr schwach. In dem Falle grosser Naturkräfte, wie der Winde, der Flüsse, der Oceane, des Feuers, der Sonne ist der Umstand der Kraftleistung selbst schon ein gewichtiger Punkt der Aehnlichkeit, wenn auch die Ungleichheit sehr gross dabei ist; hier nimmt die Personificirung der Natur ihren Anfang. Die sogenannten Gegenstandsseelen, Seelen nützlicher Dinge — wie Werkzeuge, Geräthe, Waffen, Häuser, Canoes — haben einen Platz unter den Geistern der niedern Rassen: eine utilitaristische Auffassung der Seele. Die oft erwähnte „Klotz- und Steinverehrung“ ist ohne Zweifel die niedrigste Verfallsstufe der menschlichen Verehrungsfähigkeit; aber die Ursachen ihrer Existenz hat man mit grosser Wahrscheinlichkeit erkannt. (Sir John Lubbock, „Origin of Civilization“, chap. V.)

Natur oder Substanz. An der Spitze derselben steht der „Schatten“, der in den civilisirten Sprachen so weit verbreitet ist. Der „Schatten“ verband in glücklicher Weise zwei Erfordernisse der Seele, die Insubstantialität und die Form des individuellen Menschen, obwol bei kritischer Betrachtung auch vieles nicht stimmen wollte. Sodann kommt das „Herz“, infolge des Zusammenhanges seiner Schläge mit der vollen Lebensenergie; diesem sehr nahe stehend ist die weitverbreitete Identificirung der Seele mit dem „Blut“. Drittens hat man den „Athem“ in ausgedehntem Masse zur Bezeichnung der Seele gebraucht; der Zusammenhang des Athmens mit dem Leben ist klar genug; Psyche, Pneuma, Animus, Spiritus haben diesen Ursprung, und Parallelen dazu gibt es in den semitischen und andern Sprachen. Auch die Association des Lebens mit der „Pupille des Auges“ hat man in verschiedenen Traditionen, europäischen und andern, gefunden, wegen des ausgeprägten Unterschiedes zwischen dem Auge bei voller Gesundheit und Lebensfrische und seinem Aussehen bei Krankheit und im Tode. (Tylor, S. 423—429.)*

So können wir sehr zutreffend sagen, die einzige

* Tylor bespricht eine interessante Folge der Vielheit der bildlichen Bezeichnungen für die Seele in der Entwickelung einer Vielheit von Functionen und sogar einer Vielheit von Seelen; schon so früh beherrschten die Zweideutigkeiten und Verwirrungen der Sprache die menschlichen Vorstellungen.

Theorie von Geist und Körper, die auf den niedern Culturstufen besteht, ist ein doppelter Materialismus. Dies lag in ihrem Gesichtskreise. Eine immaterielle Seele überstieg ihr intellectuelles Begriffsvermögen vollständig. Ehe die griechische Philosophie die Welt lehrte, wie man abstracte Begriffe gebrauchen und misbrauchen könne, war der Immaterialismus eine unerreichbare Gedankenphase.

Indem wir uns daher nun zu den Speculationen der alten Griechen wenden, kommt uns die fein ausgearbeitete Darstellung der Theorie, welche zuerst die Bildung der griechischen Denker ausmachte, sehr zu statten. Die kühne Originalität und Verstandesschärfe der Griechen entfaltete sich auf diesem Gebiete wie auf so vielen andern; aber sie konnten sich doch nicht ganz von ihren ererbten Neigungen freimachen.

Im allgemeinen waren die griechischen Philosophen doppelte Materialisten. Sie unterschieden zwar richtig zwischen der Substanz der Seele und der Substanz des Körpers; aber die Substanz der Seele galt noch als Materie — nämlich die beiden höhern Elemente, Luft und Feuer, denen Aristoteles, der in der Verflüchtigung noch weiter ging, den Aether oder das fünfte Wesen (die Quintessenz) hinzufügte. Diese höhern Elemente bildeten die Himmelskörper sowie die Götter selbst; sie unterschieden sich von dem niedern Paare, der Erde und dem Wasser, nicht nur durch ihre subtile und

ungreifbare Consistenz, sondern auch durch die Regelmässigkeit und Vollkommenheit ihrer Bewegungen; die grobe Materie unter der Sphäre des Mondes war grossen Unregelmässigkeiten unterworfen und war deshalb ein untergeordnetes Wesen. Es war nicht zu erwarten, dass die Substanz der menschlichen Seele höher stehen sollte als die Substanz der Götter; die Aehnlichkeit des Geistes mit der Gottheit ist allen Culturstufen gemein.

Wir sehen aus diesem summarischen Ueberblick, den wir gleich im einzelnen ausführen wollen, dass die alten Griechen einen Fortschritt gegen die frühern Rassen machten, indem sie sich ihre neuen naturwissenschaftlichen Speculationen zu Nutze machten, wonach sie die grossen Elemente — Erde, Wasser u. s. w. — klassificirten und die verschiedenen charakteristischen Eigenschaften derselben unterschieden. Von dem „Schatten“ der ersten Denker zur Luft und zum Feuer der griechischen Weisen war ein grosser Schritt in der Verfeinerung der Auffassung, wenn es auch noch nicht zu einem wesentlich Abgehen von einer materialistischen Theorie kam.

Die Alten wichen von den Neuern darin ab, dass sie die gesonderte Existenz der Seele nicht zugaben (obwol Thomas von Aquino Plato's Präexistenz als Sonderung verstand). Diejenigen, welche an der Lehre von der persönlichen Unsterblichkeit festhielten, verknüpften dieselbe mit

der Seelenwanderung; wenn die Seele einen Körper verliess, fand sie einen andern zu ihrer Aufnahme bereit. So war Postexistenz mit Präexistenz verbunden. Es widerstrebte diesen Philosophen, einen absoluten Anfang, eine Schöpfung anzunehmen, sowol für die Materie wie für den Geist.

Wenden wir uns jedoch zur Darstellung des Einzelnen.

Die Philosophen vor Sokrates machten sich mit der Natur der Seele nur sehr wenig zu schaffen. Einige von ihnen berührten den Punkt allerdings und brachten ihn im allgemeinen unter ihr eigenthümliches Schema der Natur. Heraklit nahm das Princip der Veränderung zur Basis für seine Erklärung aller Dinge, und die Seele nahm an dem gemeinsamen Attribute in einem gesteigerten Grade Antheil. Ihre Subtilität und Schmiegsamkeit setzte sie in den Stand, alle andern Dinge zu erkennen. Empedokles ist der Urheber der Lehre von den vier Elementen — Feuer, Wasser, Luft und Erde; dazu Liebe und Hass als Principien der Bewegung, das eine zur Vereinigung, das andere zur Trennung der Elemente. Die Seele ist in derselben Weise zusammengesetzt; und nach dem Princip, dass Gleiches Gleiches kennt, kennt jedes dieser Elemente das gleiche Element in der Welt. Anaxagoras stellte den Nous oder Geist als das Primum movens der Welt auf. Während alle materiellen Körper Mischungen aus allen

Elementen waren, war der Nous das reine unvermischte Element; die allerdünnste und allerzarteste Materie, noch dünner und zarter als Luft und Feuer, aber von grosser Energie; unbeeinflusst von der Materie, war er selbst nicht nur mit Erkennungsvermögen begabt, sondern activ und die Quelle allen Wechsels. Diogenes von Apollonia meint, die Seele bestehe aus Luft, die zugleich beweglich, alles durchdringend und intelligent sei. Demokrit, der Atomist, gab dem Element Feuer und der Seele Atome von kugeliger Gestalt; es war ihre Natur, nie in Ruhe zu sein: sie waren die Quellen aller Bewegung.

Pythagoras hatte die Seele eine Zahl und eine Harmonie wie alles andere genannt; einige Pythagoräer aber betrachteten sie als ein Aggregat von Theilchen von äusserster Zartheit, welche in beständiger Bewegung die Luft durcheilten.

In diesen Ansichten erkennen wir zwei verschiedene Tendenzen: die Seele als subtil, ätherisch und verfeinert im Gegensatz zu der groben soliden Materie aufzufassen und sie als actives Princip der Natur, als selbst bewegt und als Ursache der Bewegung in körperlichen Dingen zu betrachten.

Plato's Theorie der Seele war einer derjenigen Einflüsse, welche die moderne Fassung der Frage bestimmt haben. Sie geht aus von seiner Lehre von den ewigen, an sich existirenden Ideen oder

Formen, welche schon vor dem waren, was wir das Weltall oder den Kosmos nennen. An der Bildung des Kosmos betheiligten sich zwei Factoren — die Ideen und ein gleichfalls ewiges Chaos oder eine unbestimmte Materie in widerstrebender und unregelmässiger Bewegung. Ein göttlicher Baumeister oder Demiurgos schaute die Ideen an und machte in Uebereinstimmung mit diesen die Welt, soweit Dinge des Sinnes sich mit den ewigen Typen in Einklang bringen liessen. Der Baumeister hatte mit einer präexistirenden Kraft, der Nothwendigkeit, welche in den unregelmässigen Bewegungen des primitiven Chaos zum Ausdruck kam, zu kämpfen; nur bis zu einem gewissen Punkt konnte er diese Nothwendigkeit controliren und sie zwingen, der Regelmässigkeit Platz zu machen. Mit einer solchen Schwierigkeit, gegen die er kämpfen musste, ging der Demiurgos daran, den Kosmos zu bauen oder zu verfertigen. In seiner Gesammtheit ist er ein ungeheueres und vielumfassendes belebtes Wesen; das Modell dafür ist die Thierseele — das Selbstthier (αὐτόζωον). Als erschaffen ist der Kosmos ein System von rotirenden Sphären und hat sowol eine Seele wie einen Körper. Die Seele, die im Centrum eingewurzelt ist und das Ganze durchdringt, ist selbstbewegend und die Ursache der Bewegung im kosmischen Körper. Der Kosmos enthält in seinen peripherischen oder himmlischen Regionen die Götter; in seinen centralen oder niedrigern Regionen aus Luft,

Wasser und Erde leben Menschen, Vierfüssler, Vögel und Fische. Von dem göttlichen Theile des Kosmos herab hat eine allmähliche Entartung bei der Schöpfung von Menschen und Thieren stattgefunden. Der menschliche Schädel war ein kleiner Kosmos, der eine vernünftige und unsterbliche Seele aus verdorbener Materie enthielt, während im Körper zwei untergeordnete und sterbliche Seelen sind: die höhere von beiden hat ihren Sitz in der Brust und äussert sich in Energie, Muth, Zorn u. s. w., die niedere sitzt im Bauch und entfaltet Appetit. Die beiden niedern Seelen sind die Störer der höhern vernünftigen Seelen, die deren Rotationen verwirren und ihre harmonischen Eigenschaften verdrehen. Aber trotz ihrer erhabenen Würde ist die Seele nie von dem Körper losgelöst; sie hat die körperlichen Eigenschaften der Ausdehnung und Bewegung und ist die treibende Kraft des ganzen Organismus.

Im Vergleich mit der Luftigkeit und Reinheit der ewigen Ideen war die kosmische Seele selbst nur eine unvollkommene Mischung oder ein Compromiss zwischen dem Idealen und dem Sensiblen, und die menschliche Seele konnte nicht besser sein. Dennoch war sie bei ihrer Theilnahme an den Ideen (wenn auch mit den Sinnen verbunden) selbstbewegend und unsterblich.

Aristoteles bemühte sich, alle frühern Theorien der Seele zu widerlegen. Er verwarf die

Lehre von der Selbstbewegung der Seele; er betrachtete die beliebte Theorie der Wahrnehmung — „Gleiches wird nur von Gleichem erkannt“ — als unhaltbar und brachte sehr treffende Einwände gegen diese Ansicht vor. Was die Selbstbewegung betrifft, so erschien es ihm incorrect, zu sagen, dass die Seele überhaupt bewegt werde; wenn wir den Verstand oder den Nous genauer betrachteten, könnten wir eher sagen, es sei kein Zustand der Bewegung, sondern vielmehr der Ruhe oder der Aufhebung der Bewegung.

Sowol in seiner Kritik als auch in seinen constructiven Theorien machte Aristoteles einen Fortschritt gegen seine Vorgänger. Sein Auge für Thatsachen und seine Besonnenheit im Urtheil erhoben ihn über phantastische und einseitige Schwärmereien. Er hatte die wirklichen Erscheinungen lebender Körper studirt; er hatte aufs ernsteste über die weite Kluft, welche die lebende Welt von der leblosen scheidet, nachgedacht; lebende Wesen waren in seinen Augen vollständiger von unorganischen Körpern getrennt als Thiere von Pflanzen.

Aber es war das Charakteristische dieses ausserordentlichen Genies, an beiden Enden des wissenschaftlichen Processes zu wirken; er war ein ebenso grosser Verehrer der Thatsachen wie ein Meister der höchsten Abstractionen. In dieser letzten Eigenschaft begründete er viele der feinen Unterscheidungen, welche seither immer das menschliche Denken durchdrungen haben.

Wer mit dem Anfange von Aristoteles' Philosophie beginnen will, muss sich zunächst über seine vier Ursachen oder Bedingungen alles Seins klar werden: 1) die Materie, die materielle Ursache, woraus alles gemacht ist — Marmor, Messing, Holz u. s. w.; 2) die Form, die formale Ursache, der Typus, Plan oder Gedanke des Bildners — die Idee des Bildhauers, die Pläne des Architekten; 3) die wirkende Ursache oder das Primum movens — menschliche Muskeln, Wasser, Wind oder worin die angewandte Kraft sonst besteht; 4) der Zweck oder das Ziel des Arbeiters — sein Vergnügen, Vortheil, Ruf.

Nachdem er die Tragweite dieser vier erschöpfenden Bedingungen für jedes Werk des menschlichen Fleisses erkannt hat, kann der Leser die beiden letztern als von geringerer Wichtigkeit fallen lassen und seine Aufmerksamkeit auf die Unterscheidung zwischen den beiden ersten — der Materie und der Form — concentriren, welche mehr als irgendeine seiner andern Unterscheidungen die Grundlage von Aristoteles' allgemeinem Denken bilden. Er erweitert und ändert den Contrast in endloser Weise ab. Wir müssen jedoch beachten, dass die Materie als eine der vier Ursachen nicht in buchstäblichem Sinne ohne Form ist; ein Marmorblock hat seine Form, aber noch nicht die ihm endgültig bestimmte. Nun haben wir Grund anzunehmen, dass Aristoteles, indem er die Unterscheidung bis zu dem logischen Punkte von zwei

Abstractionen trieb — einer abstracten Materie und einer abstracten Form, die beide im Denken getrennt, in Wirklichkeit aber nicht getrennt werden können — noch immer an dem ursprünglichen Contrast von roher ungeformter Materie und dem vollendeten Erzeugnisse des Künstlers festhielt. Jedenfalls kommt seine Anschauung einer individuellen Substanz darauf hinaus: 1) die Form, 2) die Materie und 3) die Zusammensetzung beider zu betrachten.

Dass er auf die Unterscheidung von geformter Materie und rohem Material zu viel Gewicht legte, bis zur Verdunkelung der logischen Unterscheidung, können wir daraus schliessen, dass er einen Unterschied der Würde zwischen Form und Materie machte. Die Form ist die höhere, grössere, vollkommenere Wesenheit; die Materie nimmt erst die zweite Stelle ein. Diese Bemerkung ist in der logischen Unterscheidung zwischen der Form eines messingenen Ringes und dem (von der Form abstrahirten) Material desselben gar nicht am Ort.

Die Materie kann körperlich sein, ist aber nicht nothwendig körperlich. Sie ist nur verständlich als Correlat der Form. Jede Art der Materie hat ihre eigene Form und jede Art der Form ihre eigene Materie. Es gibt Abstufungen in der Materie, von der ersten Materie (Materia prima), die gar keine Form hat, bis zu den höchsten Bildungen, welche fast an die reine Form hinanreichen. Der einzige Sinn, den wir diesen letzten Sätzen

geben können, ist, dass er die verschiedenen Stufen der Verarbeitung des Materials des Erdballs von der sogenannten formlosen Schlammmasse bis zu der vollendeten Organisation eines lebenden Wesens dabei im Auge gehabt hat.

Eine weitere von Aristoteles geschaffene und ausgesprochene Unterscheidung, welche nach ihm einem wesentlichen Unterschied in der Natur der Dinge entspricht, war die Unterscheidung von potentiell und actuell. Active Agentien haben Momente der Ruhe oder Remission; sie besitzen Kraft, gebrauchen sie aber nicht. Das wachende Auge beschäftigt sich actuell mit Sehen; im Schlaf ist es der Kraft nicht beraubt, lässt dieselbe aber unbenutzt. Es war irgendeine sprachliche Form nöthig, um die Lage, wo man Kraft in Reserve und Ruhe hat, von dem gänzlichen Mangel an Kraft unterscheiden zu können; man darf England in Zeiten des Friedens nicht mit einer Nation verwechseln, die keine Flotte besitzt.

Die Unterscheidung von potentiell und actuell hat in ihrer eigenen Sphäre volle Berechtigung, aber keinen Zusammenhang mit der andern grossen Unterscheidung. Aristoteles jedoch konnte nicht umhin, die beiden zu vermischen; er sieht in der Form an sich das Potentielle, in der Mittheilung der Form an die Materie das Actuelle oder die volle Wirklichkeit. Er bezieht sich hier offenbar auf die Unterscheidung der beiden Ursachen.

Materie im rohen Zustande ist noch aus Materie und Form zusammengesetzt; ein Marmorblock aus den Steinbrüchen hat ebenso gut Form, vom logischen Gesichtspunkte, wie eine Platte im Fries des Parthenon. Der Uebergang vom Potentiellen zum Actuellen ist in Bezug auf Körper ein Uebergang von einer Form zu einer andern Form. Um das Folgende verstehen zu können, müssen wir jedoch an der Identificirung der Actualität mit der Form in dem Sinne eines höhern Products des geformten Materials festhalten.

Wir wollen jetzt sehen, wie Aristoteles diese ziemlich wackelige Unterscheidung auf das grosse Problem von Seele und Körper angewandt hat.

In dem Gegensatz von Materie und Form — Potentiellem und Actuellem, stellt er die Seele nicht mit der Materie, sondern mit der Form, nicht mit dem Potentiellen, sondern mit dem Actuellen auf eine Linie. Ihr Correlat ist die Materie (der Körper); und diese Materie ist hoch organisirt, mit andern Worten mit Fähigkeiten und Potentialitäten ausgestattet, und für diese ist die Seele das Complement. Die Verflechtung der potentiellen Materie und der actualisirenden Form oder Seele bildet die Gesammtheit des lebenden Wesens. Bei seiner Vorliebe für die vollkommene Durchführung von Unterscheidungen bemerkt Aristoteles, das lebende Wesen besitze zwei Zustände, des Schlafens und voller Regsamkeit, und die erste oder niedrigste Stufe der Actualität genüge schon, um

sie zu unterscheiden; die zweite oder höhere Actualität brauche man daher gar nicht in die Definition aufzunehmen. Demnach definirt er die Seele folgendermassen: „Die erste Actualität (Entelechie) eines organisirten Naturkörpers, welche Leben in Potentialität besitzt.“

Der starke Punkt der Definition ist die enge Verbindung von Geist und Körper. Sie werden in der That zu eng verbunden, oder vielmehr die Art und Weise ihrer Verbindung ist unrichtig dargestellt. Thatsächlich sind dieselben nicht relativ und correlativ wie Form und Materie (vom logischen Gesichtspunkte). Von correlativen Paaren — wie hell und dunkel, auf und nieder, Ursache und Wirkung, Aeltern und Kind, Herrscher und Unterthan, tragend und getragen — kann in keinem Sinne ein Theil ohne den andern bestehen; die Existenz eines derselben für sich allein ist eine contradictio in adjecto; Aeltern ohne ein Kind, ein Ding, das trägt, ohne etwas, das getragen wird — sind absurd und sinnlos. Obwol nun in Wirklichkeit ein enger Zusammenhang zwischen der Seele und dem Körper besteht, so würde doch kein Widerspruch mit sich selbst darin liegen, wenn man sie sich getrennt dächte; soweit wir zu sehen vermögen, könnte der Körper seine körperlichen Functionen auch ohne die Seele und die Seele ihre psychischen Functionen auch in einem andern Zusammenhange als unsern jetzigen Körpern besitzen.

Aristoteles selbst reservirt einen gewissen Theil der Seele für eine selbständige Existenz. Wir müssen daher die Vergleichung der Seele und des Körpers mit einem correlativen Paare als ungehörig und unzutreffend bezeichnen.*

Trotzdem kommt Aristoteles aus der vermeintlichen wechselseitigen Verknüpfung der beiden zu einer sehr glücklichen Beobachtung. Alles Handeln und Erleiden der Seele, sagt er, hat zwei Seiten — eine formale, was die Seele betrifft, und eine materielle, was den Körper betrifft. Es ist die Aufgabe der beiden verschiedenen Klassen von Forschern, sich über diese klar zu werden. Der physische Philosoph (ὁ φυσικός) und der geistige Philosoph würden dieselben Leidenschaften verschieden ansehen, z. B. die Leidenschaft des Zornes. Nach dem geistigen Philosophen ist Zorn das Streben, Einem Schaden zu thun (eine wirklich geistige Thatsache). Nach dem physischen Philosophen ist es ein Aufkochen des Blutes um das Herz mit Zunahme der thierischen Wärme (physische Umstände). Dieses Beispiel repräsentirt nun zwar die beiden Klassen von Thatsachen, die verschieden und doch untrennbar sind, vollkom-

* In einer beiläufigen Illustration der dialektischen Methode („Topica", Buch V) spricht Aristoteles von der Seele, als gebe sie Befehle, während der Körper den Befehlen gehorche. Dies ist eine ziemlich geläufige Darstellungsweise der Beziehung der beiden, hat jedoch keinen wissenschaftlichen Werth. Die Kraft zu befehlen kommt nicht dem Geist an sich, sondern dem mit dem Körper verbundenen Geist zu.

men. Es ist jedoch nur ein zufälliger Lichtblick, ein gelegentliches Aufleuchten in dem herrschenden Dunkel. Sein Versuch, die Illustration auf intellectuelle Zustände wie das Gedächtniss auszudehnen, führt nur zu einigen richtigen Bemerkungen über die Nothwendigkeit eines gesunden Zustandes der empfindenden Organe und des Körpers im allgemeinen für die Wirksamkeit der Intelligenz.

Noch auf andere Weise sucht er die Verflechtung oder Correlation darzustellen. Die Seele ist die Ursache und das Princip eines lebenden Körpers. Von den vier Ursachen bildet der Körper die materielle, und die Seele umfasst die übrigen drei, die formale, die berechnende oder wirkende, und die finale.

So viel über den einen Theil der Lehre des Aristoteles — die Darstellung des Zusammenhanges der Seele mit dem Körper. Der andere Theil bezieht sich auf den stufenweisen Fortschritt der Seelen — ein ernährendes, empfindendes und denkendes Princip.

Wir haben schon einmal bemerkt, dass Aristoteles eine annähernd richtige Empfindung von dem Unterschiede zwischen lebloser Materie und lebenden Körpern gehabt hat. Vielleicht der erste wissenschaftliche Naturforscher, erkannte er, dass der lebende Körper durch eine Organisation und durch den Besitz merkwürdiger Kräfte und Func-

tionen charakterisirt ist. Nicht so scharf zog er die Grenze zwischen einem Leben ohne Bewusstsein (bei den Pflanzen) und einem Leben mit Bewusstsein (bei Thieren und Menschen). Daher behandelte er alle lebenden Functionen, alle activen organisirten Körpern eigenen Kräfte als generisch gleichartig. Er gebrauchte den Ausdruck „Seele" (ψυχή) für alle die charakteristischen Functionen lebender Körper, von der Ernährung an bis hinauf zu den erhabensten Attributen des Verstandes.*

Wir müssen daher von der ernährenden Seele, der Basis aller andern, dem ersten Bestandtheile des lebenden Individuums, der Verknüpfung von Form mit Materie in einem als ernährendem Körper organisirten Körper ausgehen, von der Seele der Verdauung, Ernährung und Fortpflanzung der Art. Wie jede Seele (wie wir sehen werden) nimmt sie an der himmlischen Wärme, welcher die belebten Körper ihre Wärme verdanken, theil.

Von der ernährenden Seele gehen wir zu der nächst höhern, welche nicht nur ernährend, sondern auch empfindend ist. Hierin liegt die charakteristische Superiorität des Thieres gegenüber der Pflanze. Dies bedingt einen grossen Fortschritt in der Würde, wie wir denken können.

* Tylor würde sagen, die Pflanzenseele des Aristoteles sei ein Ueberbleibsel der Pflanzenseele der niedern Rassen, und nicht das Resultat seiner eigenen selbständigen Betrachtungen über die Gemeinschaft der Pflanzen und Thiere als lebender Wesen.

Mit Hülfe des universalen Lösungsmittels — Form versus Materie — erkennen wir, dass die empfindende und wahrnehmende Seele die Form des wahrgenommenen Gegenstandes ohne die Materie aufnimmt; das heisst die ganze Frage nach der Wahrnehmung der Aussenwelt als entschieden voraussetzen. Trotzdem ist Aristoteles' Erörterung der Sinne und Sinneswahrnehmungen im allgemeinen voll von richtigen und originellen Bemerkungen und bildete einen wirklichen Beitrag zur Psychologie.

Von der empfindenden Seele wenden wir uns zur noëtischen, dem Nous oder der Intelligenz. Die Ziehung einer zu scharfen Linie zwischen den Sinnen und der Intelligenz ist eine ergiebige Quelle von Verwirrungen in der Philosophie gewesen und hat auch für die Lehre von der Immaterialität der Seele hergehalten. Gleichzeitig erkennt Aristoteles die Abhängigkeit des Verstandes von der sinnlichen Wahrnehmung vollkommen; wir können nicht denken oder überlegen ohne sensible Vorstellungsbilder (Phantasmen). Dies jedoch mit seinen Ansichten über die besondere Erhabenheit und Isolirung des Nous zu vereinigen, war er nicht im Stande. Er erklärt (gegen seine eigene Definition der Seele), die noëtische Function habe keine körperlichen Organe, sie sei reine einfache Form (worin er offenbar auch der gegenseitigen Beziehung zwischen Form und Materie widerspricht).

Hier sieht er sich jedoch nach einem neuen Bun-

desgenossen um. Die Scene wechselt zwischen Erde und Himmel. Die menschliche Seele soll nicht ohne himmlisches Feuer vollendet werden.

Die eigentliche Region der (reinen und unverdorbenen) Form ist der Himmelskörper, das gesammte Himmelsgewölbe mit seinen ewigen Rotationen, die Wohnung aller himmlischen Wesen, wozu die unsichtbaren Götter und Sonne, Mond und Sterne gehören. Von dieser himmlischen Region geht alles Leben, alle Kraft aus; jeder Seele, jeder Form, welche die Materie eines lebenden Körpers belebt, verleiht sie ihre vitalen Eigenschaften. Es ist unnöthig, die sich selbst widersprechende Benutzung der Abstraction „Form" für die Bezeichnung der himmlischen Substanz hier weiter zu erörtern. Physik und Astronomie waren Aristoteles' schwächste Seiten und gaben ihn der unbarmherzigen Geisel Galilei's preis. Selbst hier fehlt es ihm allerdings nicht an glänzenden Einfällen, aber er ist mit der Menge in dem Zauber der Ferne befangen.

Der Nous ging von einem eigenthümlichen und auserlesenen Einflusse des Himmelskörpers aus, und dem entsprechend sind seine eigenen Leistungen veredelt. Er erkennt das Abstracte und Universelle. Er hat zwei Arten oder Grade, woraus sich grosse Folgerungen ableiten. Es ist einerseits der receptive Verstand, der Intellectus patiens, und andererseits der constructive oder reproductive

Verstand, Intellectus agens (νοῦς θεορητικός). Der erste geht mit dem Körper zu Grunde, der zweite, der Intellectus agens, ist intellectuelle Energie in ihrem reinsten Ausdruck, von dem thierischen Körper lostrennbar und unsterblich. Der Klimax ist nun erreicht, aber auf die logische Consequenz verzichtet; und damit ist ein transscendentaler Ausgangspunkt für den Immaterialismus späterer Zeit gewonnen.

Von den bekanntesten griechichen Sekten leugneten die Epikuräer das Leben der Seele nach dem Tode gänzlich. Die Stoiker behaupteten, die Seele sei ebenso materiell wie der Körper, und betrachteten dieselbe als ein losgelöstes Bruchstück der alles durchdringenden Weltseele, von welcher sie nach dem Tode des Individuums wieder resorbirt werde.

Wir kommen nun zunächst zu den christlichen Kirchenvätern.

Die ersten Kirchenväter waren, ehe sie Christen wurden, heidnische Philosophen gewesen; so brachten sie mehr oder weniger von den Sätzen ihrer philosophischen Sekten mit sich in das Christenthum. Daher war der doppelte Materialismus des Alterthums eine weitverbreitete Lehre bis ins fünfte Jahrhundert hinein. Eine eigentlich immaterielle oder geistige Substanz, wie wir sie annehmen, war für die grössere Zahl der Menschen

noch unbegreiflich. Zwar hatte man ohne Zweifel schon in den griechischen Schulen an so etwas gedacht, aber selbst da war es noch nicht zur vollen Ausbildung gekommen; und sowol im Judenthum wie im Christenthum fand es keine Stütze. In diesen ersten Jahrhunderten betrachtete man es ganz allgemein als eine wesentliche Bedingung der christlichen Lehre von zukünftigen Belohnungen und Strafen, dass der Geist eine körperliche Substanz sein müsse; denn nur Materie könne für physische Lust und physischen Schmerz empfänglich sein.

Im allgemeinen, können wir sagen, schildern die ersten Kirchenväter, mögen sie die orientalischen und griechischen Vorstellungen von Seelenwanderung und Präexistenz annehmen oder wie Irenäus und Arnobius die Unsterblichkeit der Seele von dem Willen Gottes in seinen Absichten für die Rettung eines Theiles der Menschheit abhängig machen, das Wesen der Gottheit und das Wesen der Seele in fast denselben Ausdrücken. Vor und auch noch nach dem Nicänischen Concil wurde Gott oft als „erhabenes Licht“ beschrieben. Ein bekehrter Epikuräer pflegte dazu noch eine menschliche Form hinzuzufügen, und ein Platoniker gebrauchte den Ausdruck „unkörperlich“ in dem platonischen Sinne des Wortes, der nicht mit dem modernen zusammenfällt.

Aus Dr. Donaldson's „Geschichte der christlichen Kirche“ kann man sich die Ansichten der

Kirchenväter des zweiten Jahrhunderts, bekannt unter dem Namen der Apologisten, über die Seele zusammenstellen. Sie standen viel weniger unter dem Einflusse der platonischen Philosophie, als man in der Regel glaubt. Der einzige Platoniker unter ihnen war Athenagoras. Sie wurden viel mehr von den herrschenden materialistischen Tendenzen beeinflusst, und was man die anerkannte Religion jener Zeit nennen könnte, war der Stoicismus. Die Aeusserungen des Justinus Martyr über das Wesen Gottes und der Seele sind unbestimmt, aber es macht nicht den Eindruck, als würde er einen ganz immateriellen Geist anerkannt haben. Obschon er den Anthropomorphismus der Juden verwirft, schreibt er Gott Gestalt und Oertlichkeit zu, und obgleich er sich nirgends bestimmt über den Zustand der Seele nach dem Tode ausspricht, betrachtet er es als Ketzerei, zu sagen, die Seele komme in den Himmel, und glaubt, die Menschen würden mit demselben Körper auferstehen. Tatian dagegen, der Schüler Justin's, ist nicht nur bestimmter, sondern erkennt auch einen mit einem materiellen Geist im menschlichen Körper verbundenen gänzlich immateriellen Geist an; Gott ist immateriell, fleischlos, körperlos. Er lehrt, es gebe zwei Geister im Weltall, die sich in verschiedener Form zeigen könnten; einstmals lebten sie in Vereinigung, aber der niedere Geist (die Seele) wurde ungehorsam, floh von dem vollkommenen Geiste und suchte einen niedrigern Genossen

in der Materie; trotz alledem aber wird sie, wenn sie sich wie im Menschen mit dem höhern Geiste wieder vereinigt, unsterblich. Theophilus behauptet die Immaterialität Gottes nicht; er meint nur mit Justin, man könne die Form Gottes nicht ausdrücken. Athenagoras aber wich in Bezug auf die Natur der Seele gänzlich von seinen Zeitgenossen ab: er erwähnt das Pneuma oder den höhern Geist gar nicht, und spricht von der Seele als rein spirituell, wenn auch von einer Spiritualität, die von ihren materiellen Tendenzen gestört werden kann.

Clemens von Alexandria spricht von Gott folgendermassen: „Eine positive Erkenntniss Gottes ist unmöglich: wir wissen nur, was er nicht ist. Er ist formlos und namenlos, obwol wir Recht haben, wenn wir ihn mit den edelsten Namen anrufen. Er ist unendlich; er ist weder Genus, noch Differentia, noch Species, noch Individuum, noch Zahl, noch Zufall noch irgendetwas, dem man ein positives Attribut beilegen könnte.“ Dies ist gewiss weder Körperlichkeit noch was wir als unkörperliches Wesen bezeichnen würden. Es ist blos Erregung eines mächtigen Eindruckes durch rhetorische Anwendung von Negationen.

Origenes dachte sich Gott als ein rein geistiges Wesen — nicht Feuer, nicht Luft, nicht Aether, sondern eine absolut unkörperliche Einheit oder

Monas. Nur unter der Voraussetzung der Unkörperlichkeit kann man ihn als absolut unveränderlich denken, denn alles Materielle ist unveränderlich, theilbar, und hat Uebergänge. Dies ist eine offenbare Folge der transscendentalen Keime in der griechischen Philosophie. „In der Welt ist Gott, der selbst ausdehnungslos ist, durch seine active Kraft überall zugegen, wie der Erbauer in seinem Werk, oder wie unsere Seele, in ihrem sensitiven Theile, durch den ganzen Körper verbreitet ist; nur das Böse erfüllt er nicht mit seiner Gegenwart.“ „Die menschliche Seele, als ein erschaffener Geist, wurde wegen der Sünde in die Materie eingeschlossen.“ Bei alledem bemerkt Origenes weiterhin, dass die „unkörperliche“ Welt in der Heiligen Schrift nicht zu finden sei, und dass ein Geist (Spiritus) immer einen Körper bedeute.

Tertullian verknüpft nach Ueberweg's Darstellung wie die Stoiker mit einer dualistischen, die Sinnlichkeit unterdrückenden Ethik eine sensualistische Erkenntnisslehre und materialistische Psychologie. Er ist ein crasser Realist. „Die Sinne täuschen nicht. Alles Wirkliche ist körperlich; die Körperlichkeit Gottes aber thut seiner Erhabenheit und die Körperlichkeit der Seele ihrer Unsterblichkeit keinen Eintrag. Alles was ist, ist körperlich in seiner Art. Gott ist eine sehr reine leuchtende, überall verbreitete Luft. Nichts ist

unkörperlich, als was nicht ist. Wer sollte leugnen, dass Gott Körper sei, obwol er Geist ist? Denn ein Geist ist ein Körper von eigener Art, von eigener Gestalt. Die Seele besitzt die menschliche Gestalt, dieselbe, wie ihr Leib, sie ist zart und hell und luftartig. Wäre sie nicht körperlich, so könnte sie nicht" (wie auch die Stoiker sagten) „vom Leibe Wirkungen erfahren und nicht leidensfähig sein, und es könnte nicht ihr Bestand in dem Leibe durch die Nahrung bedingt sein." „Nach dem Bilde Gottes ist der Mensch geschaffen, indem Gott bei der Gestaltung des ersten Menschen sich den zukünftigen Menschen Christus zum Vorbilde nahm."

So ausgesprochen und entschieden ist der Materialismus Tertullian's. Ferner schrieb noch Melito eine Abhandlung, um die Körperlichkeit Gottes zu beweisen. Nach der Vorstellung Gregor's von Nazianz besitzt der Geist nur die Eigenschaften der Bewegung und Ausbreitung. Maximus konnte die Unermesslichkeit Gottes nicht annehmen, weil er nicht einsehen konnte, wie zwei Substanzen gleichzeitig in demselben Raume existiren könnten. Selbst wenn die Gottheit als unkörperlich bezeichnet wurde, war diese Eigenschaft nicht unvereinbar mit Sichtbarkeit unter gewissen Umständen; es bedeutete nur eine Negation der gröbern Eigenschaften der Materie, etwa in der Art der Alten. Dass man Geister sehen könne, war ein sehr allgemeiner Glaube; manche Leute be-

haupteten, die Seele Sterbender gesehen zu haben, als sie den Körper verliess. Nach und nach abstrahirte man das Attribut der Sichtbarkeit von dem Wesen eines Geistes; man fing an die Gottheit als unkörperlich, was zugleich unsichtbar bedeutete, zu betrachten; aber die menschliche Seele erhob sich noch nicht gleich zu derselben erhabenen Auszeichnung. So nimmt bei Origenes die Seele eine mittlere Stellung zwischen der groben Materie und dem einen wahrhaft geistigen Wesen — der Gottheit, ein. Er wundert sich darüber, dass die materielle Seele Vorstellungen von immateriellen Dingen haben sollte, und schliesst daraus, dass sie wenn nicht eine absolute, so doch eine relative Immaterialität besitzen müsse.

So viel über den zweifachen Materialismus bei den ersten Kirchenvätern. Wir werden zunächst den Beginn der spiritualistischen Bewegung in der Kirche betrachten. An dieser Stelle müssen wir jedoch noch einen Blick auf die Neuplatoniker werfen, welche den letzten Einfluss der heidnischen Philosophie repräsentiren und sehr merklich auf die spätern Kirchenväter und die Scholastiker einwirkten.

Plotinus (204—269 n. Chr.) stimmt mit Plato in der Unterscheidung des Idealen und des sinnlich Wahrnehmbaren überein und schreibt wie dieser der Seele eine mittlere Natur zu. Er weicht dagegen von Plato rücksichtlich der Beziehung der

Ideen zu dem Einen oder dem Guten ab. Während in Plato's System das Eine oder das Gute die höchste unter den Ideen bildet, und alle Ideen eine unabhängige Existenz besitzen — wird es im Neuplatonismus über die Ideen gestellt und zur Quelle gemacht, aus der diese entströmen.

Das Eine oder das Gute ist das Urwesen, die ursprüngliche Einheit, aus der alle Dinge entsprungen sind. Es ist weder Nous oder Vernunft noch irgendetwas, was durch Vernunft erkannt wird; denn hiervon schliesst nothwendig das eine das andere in sich; die Natur des Urwesens als absolute Einheit aber verbietet die Identificirung mit irgendetwas, was eine Dualität enthält. Die Dinge gehen von dem Einen aus wie Strahlen von der Sonne. Das directe Erzeugniss des Einen ist der Nous, der ein Bild desselben ist. Das Bild wendet sich unwillkürlich zu seinem Originale hin, um es anzusehen und durch diesen Act, dass es etwas erfasst, was übersinnlich ist, wird es Nous. Dem Nous wohnen die Ideen inne und zwar nicht als blosse Gedanken, sondern als die ihn bildenden Bestandtheile.

Die Seele ist ein Bild und Erzeugniss des Nous, da der Nous ein Theil des Einen ist; und sie erzeugt ihrerseits das Körperliche. Sie ist theils dem Nous als ihrem Erzeuger und theils dem Körperlichen als ihrem Erzeugniss zugewandt. Es gibt daher in der Seele ein ideales untheilbares Element und ein theilbares Element, aus dem die

materielle Welt erzeugt wird. Die Seele ist eine immaterielle Substanz. Sie ist kein Körper und ebenso wenig untrennbar von einem Körper; denn nicht nur der Nous, ihr höchstes Princip, sondern selbst das Gedächtniss, die Wahrnehmung und die vegetative Kraft können von dem Körper getrennt werden. Der Körper ist in der Seele, nicht die Seele im Körper. So ist ein Theil der Seele ohne Körper; und für die Functionen dieses Theiles ist die Mitwirkung des Körpers gänzlich unnöthig. Sogar die Fähigkeiten der Sinne sind nicht im Körper enthalten; sie sind nur mit demselben gegenwärtig als Kräfte, welche die Seele den verschiedenen Organen zur Erfüllung ihrer Functionen gegeben hat. Die ganze Seele ist nicht nur in dem ganzen Körper, sondern auch in jedem einzelnen Theile vorhanden, nicht vertheilt auf die Glieder; sie ist ganz vorhanden in dem Ganzen und ganz in jedem Theil. In einem Sinne ist die Seele allerdings getheilt, da sie in allen Theilen des Körpers ist; aber in jedem dieser Theile ist sie als ein Ganzes vorhanden.

Hier sehen wir also einen directen Fortschritt zum Immaterialismus. In den neuplatonischen Lehren findet man die Keime verschiedener Vorstellungen, welche später in dieser Frage eine hervorragende Rolle gespielt haben. Dass die niedern Kräfte des Geistes und des Lebens von dem Körper trennbar seien, und dass der Körper in der Seele enthalten sei, sind Sätze, welche in der

spätern Entwickelung der Frage wiederholt auftauchen. Die Anschauung, die ganze Seele sei in dem ganzen Körper und in jedem Theile, wurde zuerst von Augustinus wieder aufgenommen, dann von Claudianus Mamertus und ging von diesen auf die Scholastiker über, bei denen sie eine Lieblingsmaxime bildete.

Wir kommen nun zu den spätern Kirchenvätern. An der Spitze der spiritualistischen Bewegung stehen Sanct-Augustinus, der tiefste und metaphysischste aller lateinischen Kirchenväter; Claudianus Mamertus, ein Priester zu Vienne im südlichen Frankreich, und in Asien der Bischof Nemesius von Emesa.

Aber schon vor Augustin (354—430) finden wir Andeutungen von dem kommenden Umschlag. In dieser Hinsicht ist namentlich Gregor von Nazianz (331—394) von Bedeutung. Seine Schrift von der Erschaffung des Menschen (sagt Ueberweg) enthält eine Reihe anthropologischer Betrachtungen. Biblische Sätze werden mit Aristotelischen und Platonischen Gedanken untermischt. Die Möglichkeit der Erschaffung der Materie durch den göttlichen Geist beruht darauf, dass dieselbe nur die Einheit von Qualitäten ist, welche an sich immateriell sind. Der menschliche Geist durchdringt seinen ganzen Leib. Er ist zugleich mit dem Leibe geworden, weder vor noch nach ihm. Die Geistigkeit Gottes, die nicht geleugnet werden

kann, beweist die Möglichkeit immaterieller Existenz überhaupt. Die Seele ist ein geschaffenes, lebendes, denkendes und, solange es mit den Sinneswerkzeugen begabt ist, auch sinnlich wahrnehmendes Wesen. Die denkende Kraft wohnt nicht der Materie inne, weil sonst die Materie überhaupt sich damit begabt zeigen (ein glücklicher Einfall), z. B. die Stoffe sich durch sich selbst zum Kunstwerk zusammenfügen müssten.

Der bemerkenswertheste Punkt in Augustin's Erörterung dieses Gegenstandes ist seine klare Auffassung von dem Contrast zwischen den bezüglichen Eigenschaften der Materie und des Geistes. Er behauptet, Attribute wie Länge, Breite, Tiefe, Härte u. s. w. seien nur Attribute der Materie und unverständlich, wenn man sie auf den Geist anwende. „Man muss sich die Seele nicht als in irgendeiner Weise lang oder breit oder stark denken. Dies sind körperliche Eigenschaften, und wir untersuchen dann also die Seele nach Art der Körper.“ („De Quant. Animae“, Cap. 3.) Während so andere Eigenschaften, wie Härte und Farbe, gelegentlich erwähnt werden, wird immer die Ausdehnung als das wichtigste unterscheidende Attribut der Materie hingestellt.

Auf diese Definition der Materie gründet Augustin seine Beweise für die Unsterblichkeit der Seele. Sie besitzt jene charakteristische Eigenschaft der Materie nicht und kann folglich nicht materiell sein. Diese Behauptung spricht er sehr

oft aus und vertheidigt sie. Seine Hauptargumente nimmt er von der Erhabenheit der Seele gegenüber dem Körper, von dem Wesen des Bewusstseins und des Gedächtnisses und von der gleichmässigen Anwesenheit der Seele in jedem Theile des Körpers.

Die Seele steht höher als der Körper. Von ihr allein gehen Leben, Bewegung und Empfindung aus, wovon der Körper nichts mehr besitzt, sobald die Seele aus ihm entflohen ist. Somit muss die Seele, wenn sie auch nur mittels körperlicher Organe wirkt, ihrem Wesen nach dem Körper, den sie belebt, überlegen sein. Sie ist unsichtbar, unkörperlich, geistig.

Einige Argumente entlehnt er auch unserm Bewusstsein von geistigen Zuständen. Die Seele, sagt er, kennen wir direct. Unsere Gedanken, Wünsche, Wissen, Nichtwissen sind uns besser bekannt als die uns umgebenden Dinge, da wir diese letztern durch Vermittelung unserer körperlichen Organe wahrnehmen. Wenn nun die Seele körperlich wäre, so müsste sie uns als solche bekannt sein. In dieser directen Kenntniss von derselben haben wir keine Erkenntniss von körperlichen Eigenschaften, wie Grösse, Gestalt, Farbe; und daraus schliesst Augustin, dass sie keine solchen Eigenschaften besitze. Während wir ferner positiv wissen, dass Denken und Fühlen Eigenschaften der Seele sind, können wir nur vermuthen, dass sie eine materielle Substanz ist. Dass wir keine

wirkliche Kenntniss von einer solchen Substanz haben, beweisen die zahlreichen Conjecturen über deren Beschaffenheit. Wenn wir das, was wir wirklich wissen, von dem trennen, was wir nur denken, dann bleiben nur Eigenschaften nach, wie Leben, Denken und Fühlen, die niemals jemand bezweifelt hat.

Ein anderes Argument gründet sich auf die Natur des Gedächtnisses. Im Geiste werden die Bilder ungemein vieler verschiedener materieller Gegenstände aufgespeichert. Obwol der Körper nur klein ist, kann der Geist die Bilder von den weitesten Reichen aufnehmen; „und dass er nicht räumlich ausgebreitet ist, sieht man daraus, dass er nicht gleichsam von den Bildern der grössten Räume erfasst wird, sondern vielmehr diese erfasst, nicht mit einer Art von Gewand (non sinu aliquo), sondern mit einer unbeschreiblichen Gewalt und Macht". („Contra Epist. Manich.", Cap. 17.) Wenn nun diese Bilder, welche Körpern ähnlich sind, wirklich unkörperlich sind, so können wir auch von etwas, was nichts von körperlichen Eigenschaften zeigt, nicht anders denken. Und wenn die im Geiste enthaltenen Dinge immateriell sind, dann ist es auch der Geist selbst.

Augustin legt viel Gewicht auf die neuplatonische Spitzfindigkeit, dass die ganze Seele zu gleicher Zeit in jedem Theile des Körpers sei. „Die Seele ist gleichzeitig nicht nur in der ganzen Masse des Körpers, sondern auch in jedem

Theilchen desselben vorhanden.“ („De Immort. Animae“, Cap. 16.) „Wenn der Fuss schmerzt, dann sieht das Auge, spricht die Zunge, bewegt sich die Hand; und dies würde nicht geschehen, wenn nicht das, was von der Seele in jenen Theilen ist, auch im Fusse wäre und dort fühlte, und ebenso wenig könnte es, wenn es nicht im Fusse wäre, fühlen was dort vor sich ginge.“ (Id. ib.) Diese Gegenwart der ganzen Seele in jedem Theile des Körpers ist nicht der Verbreitung der Körper durch den Raum ähnlich; denn diese sind grösser oder kleiner, je nach dem Raum, den sie einnehmen. Ebenso wenig ist es wie im Falle einer Eigenschaft, wie z. B. der Weisse, welche in jedem Theile irgendeines concreten Gegenstandes ganz vorhanden ist; denn die Materie, die in einem Theile weiss ist, hat keinen Zusammenhang mit der Weisse an einer andern Stelle. Die Seele besitzt demnach eine ihr allein eigenthümliche Natur, indem sie Eigenschaften hat, welche keine materielle Substanz zeigt.

Ausser diesen allgemeinen Argumenten bringt Augustin noch besondere Betrachtungen vor, um die Immaterialität der vernünftigen Seele zu beweisen. Die Gegenstände der Vernunft sind unkörperlich. Die Bilder von körperlichen Dingen, welche sie vergleicht und beurtheilt, sind, obwol sie der Materie ähnlich sehen, wirklich ausdehnungslos und deshalb immateriell. Wahrheit und Weisheit, welche die Vernunft erkennt, zeigen

keine Spur von materiellen Eigenschaften. Und ebenso wenig können wir in der Vernunft selbst irgendwelche Attribute der Art entdecken. Sie kann nicht in Theile getheilt und durch den Raum verbreitet werden nach Art von Körpern. Aus alledem folgt, dass die vernünftige Seele nicht materiell ist.

Gegenüber dem Einwande, wenn die Seele keine Länge, Breite oder Dicke habe, müsse sie nichts sein, behauptet Augustin, es gäbe viele wirklich existirende Dinge, welche keine dieser Eigenschaften besässen. Gerechtigkeit, zum Beispiel, habe keine Ausdehnung, und doch sei sie nicht nur ein reales Ding, sondern sogar von höherer Natur als irgendein körperlicher Gegenstand. Auch die Gottheit sei ohne diese Attribute; und wer glaube, die Seele sei körperlich, müsse consequenterweise auch dieselbe Ansicht von Gott hegen. Der Mangel solcher Eigenschaften beweise daher in Wirklichkeit, dass die Seele von höherer Würde und höherm Werthe sei.

Da die Seele also nicht Materie ist, so kann man fragen, mit welchem Namen man sie dann bezeichnen solle. Augustin erwidert: „Was nicht Materie ist und dennoch reale Existenz hat, bezeichnet man passend als Geist.“ („De Quant. Animae“, Cap. 13.) Darin sagt er, wird man durch den Gebrauch der Heiligen Schrift bestärkt, obwol das Wort dort auch für die intellectuelle Kraft allein gebraucht wird.

Indem Augustin einen so entschiedenen Gegensatz zwischen Geist und Materie statuirte, empfand er die bleibende Schwierigkeit, sich vorzustellen, wie die immaterielle Seele auf die Materie des Körpers wirken könne, sodass Bewegung dadurch hervorgerufen werde. Daher dachte er, die Seele wirke nicht direct auf die dichtern Theile des Körpers, sondern auf eine der unkörperlichen ihrem Wesen nach näher stehende körperliche Substanz. Diese nennt er Licht und Luft und nimmt an, dass beide unter das dichtere Material gemischt seien. Die Befehle der Seele werden zuerst dieser zartern Materie mitgetheilt und durch diese unmittelbar an die schwerern Elemente übertragen.

Was die Unsterblichkeit der Seele betrifft, so meint Augustin, kein Geschöpf könne in dem Sinne, wie Gott es sei, unsterblich sein, da die Existenz jedes Geschöpfes beständig von dem göttlichen Willen abhänge. Gleichzeitig behauptet er, keine der Veränderungen, die wir an der Seele oder am Körper stattfinden sähen, wirke auf die Zerstörung der Seele hin. Sogar die Materie wird durch Veränderungen nicht zerstört: mag die Form auch noch so sehr verändert werden, sie bleibt doch immer Materie wie zuvor. Und wenn dies bei körperlichen Gegenständen der Fall ist, dann können wir unmöglich annehmen, dass die Seele in diesem Punkte unter ihnen stehe, da Geist von jeder Art höher stehe als alle materiellen Gegenstände. Ferner denkt er, die Seele könne durch

kein anderes Geschöpf zerstört werden, sei es körperlich oder geistig. Keine Materie kann ihrer untergeordneten Natur wegen dieselbe zerstören. Ebenso wenig aber kann dies ein mächtigeres geistiges Wesen; denn ein Geist ist dem andern nur insoweit unterworfen, als sein eigener Wille eine solche Unterwerfung gestattet, und es ist klar, dass kein Geist seine eigene Zerstörung wünschen wird. Mithin kann die Seele durch nichts anderes zerstört werden als durch den Willen Gottes.

Nun könnte man noch annehmen, die Seele sterbe in dem Sinne, dass sie zwar nicht zerstört werde, aber ohne Leben existire; Augustin zeigt jedoch, dass diese Vorstellung eine contradictio in adjecto enthält. Die Seele ist Leben und die Quelle des Lebens für alles, was lebt. „Der Geist kann daher nicht sterben. Denn wenn er ohne Leben sein kann, so ist er nicht Geist, sondern etwas, was durch Geist belebt ist (non animus, sed animatum aliquid est—„De Immort. Animae", Cap. 9).

Sehr häufig benutzt Augustin als Argument die natürliche „Sehnsucht nach der Unsterblichkeit". Alle Menschen, sagt er, wünschen glückselig zu sein, und die Glückseligkeit kann nicht vollkommen sein, wenn ihr Besitzer nicht auch die dauernde Erhaltung derselben wünscht. Nun kann aber kein Mensch wahrhaft glückselig sein, wenn er nicht hat, was er wünscht; und so muss das Leben ewig sein, oder man kann niemals die Glückselig-

keit erreichen. Die Natur verlangt also die Unsterblichkeit. Auf den Einwand, dies Argument involvire, dass alles, auch das Böse, die Glückseligkeit erreichen müsse, erwidert Augustin, Glückseligkeit sei den Guten gewährt, nicht weil sie glücklich, sondern weil sie gut zu leben wünschten; und da nicht alle ein gutes Leben zu führen wünschen, so können auch nicht alle die Belohnung für dasselbe erhalten.

Claudianus Mamertus schrieb um das Jahr 470 eine Abhandlung „De statu animae“ als Entgegnung auf ein anonymes Werk, als dessen Verfasser später der Bischof Faustus von Regium in Gallien bekannt wurde. Faustus hatte behauptet, Gott allein sei unkörperlich; alle Geschöpfe dagegen seien Materie und die Seele sei aus Luft zusammengesetzt. Mamertus erwidert vom Augustinischen Standpunkte aus. Nach Lewes' Meinung hat er schon alle Hauptargumente erschöpft, durch welche Descartes die Lehre von der Immaterialität begründet hat. Wir wollen von seiner Erörterung verschiedener Punkte, die nicht direct mit unserm Gegenstande zusammenhängen, und von seiner ausgedehnten Anziehung von Autoritäten unter Philosophen, kirchlichen Schriftstellern und aus der Bibel absehen und in der folgenden Skizze einen kurzen Umriss seines Raisonnements geben.

Der Mensch wurde nach dem Bilde Gottes ge-

schaffen, und die göttliche Natur ist, wie Faustus selbst zugibt, unkörperlich. Da es sich also nicht um eine Aehnlichkeit mit Gott in der Materie handeln kann, so müssen wir glauben, dass dieses Bild in einer immateriellen Seele zu suchen ist. Das Immaterielle ist überdies von höherer Natur als das Materielle, und da Gott unendlich gut ist, so muss er wünschen, Wesen von höchster Würde, ohne welche seine Werke unvollkommen sein würden, zu schaffen, und da er allmächtig ist, so wird er seinen Wunsch durchführen.

Ferner ist die Seele nicht durch den Raum beschränkt (illocalis). Sie ist in jedem Theile des Körpers wie im ganzen Körper ganz gegenwärtig, gerade wie Gott im ganzen Weltall gegenwärtig ist; andernfalls würde ein Theil derselben verloren gehen, wenn ein Stück vom Körper abgeschnitten wird. Während kein materieller Gegenstand an mehr als einer Stelle gleichzeitig anwesend sein kann, belebt die Seele zugleich den Körper und sieht als ein Ganzes durch die Augen, hört durch die Ohren u. s. w. Ihre Bewegung geschieht nicht im Raum; sie findet nur in der Zeit statt, indem sie einfach, wie Mamertus erklärt, die Veränderung von Gedanken und Gefühlen ist. Wenn der Körper sich bewegt, so theilt sich diese locale Bewegung nicht der Seele mit.

Die Seele hat keine Quantität, denn Ort und Quantität sind untrennbar. Während nun Gott über der Sphäre der (Aristotelischen) Kategorien

steht, ist nur die Materie ihnen allen unterworfen; die Seele hat also Qualität, aber nicht Quantität. In einem Sinne hat sie allerdings Mass, Zahl und Gewicht; aber dann muss man Mass in dem Sinne von Graden der Weisheit, Zahl als die geistige Wahrnehmung äusserer Zahlen verstehen, und Gewicht muss man auf den Willen als die bewegende Kraft im Geiste beziehen.

Die Seele ist nicht in dem Körper enthalten, sagt Mamertus, sondern enthält vielmehr in Wirklichkeit diesen — wie schon Plotinus gelehrt hatte. Diesen Punkt versucht er durch die Bibel zu beweisen und benutzt ihn dann, um zu zeigen, dass die Seele immateriell sein müsse; denn keine Substanz kann gleichzeitig den Körper enthalten und in demselben als dessen belebendes Princip sein. Sollte man es für einen Widerspruch halten, dass die Seele in einem Raum und doch nicht durch den Raum beschränkt sei, so entgegnet Mamertus, eine ähnliche Schwierigkeit biete auch das Weltall selbst; es könne nicht in einem Raum sein, sonst müsse dieser wieder einen Raum erfordern und so fort, bis wir ihm das Attribut göttlicher Vollkommenheit, die Unendlichkeit, beilegen müssten.

Ausser allen diesen Betrachtungen erwähnt Mamertus noch das Argument — das schon früher von Augustin und später von Descartes benutzt worden ist — dass die Vernunft an der Substanz der Seele hange; und da die Vernunft unkörperlich

sei, so müsse es die Seele gleichfalls sein. In ähnlicher Weise benutzt er den Willen und das Gedächtniss.

Bei der Widerlegung der Argumente des Faustus entwickelt Mamertus Kraft und Scharfsinn. So erörtert er eingehends das von den körperlichen Anspielungen in dem Gleichniss von Lazarus und dem reichen Manne entlehnte Argument. Er zeigt, dass alle diese Anspielungen, wenn sie die Materialität der Seele beweisen sollten, in dem buchstäblichsten Sinne genommen werden müssten; das sei aber unmöglich, wenn man nicht zu Inconsequenzen und Absurditäten kommen wolle.

Nemesius, der Bischof von Emesa in Phönizien (er blühte um 450), verdient wegen seines Einflusses auf die Begründung des Immaterialismus in der Kirche des Orients erwähnt zu werden. Er schrieb ein Werk über die Natur der Seele, in welchem er sich wesentlich auf den Boden des Neuplatonismus stellt. Er erklärt die Seele für eine immaterielle Substanz. Sie befindet sich, wie Plato gelehrt hatte, in ewiger selbsterzeugter Bewegung, von der die Bewegung des Körpers herstammt. Er behauptet die Präexistenz der Seele und meint, ihre übersinnliche Natur bedinge Unsterblichkeit.

Vom fünften Jahrhundert bis zu der gewaltigen Entwickelung des Scholasticismus, an dessen Spitze Thomas von Aquino stand, im dreizehnten, fanden

keine wichtigen Veränderungen in den Ansichten über unsern Gegenstand statt. Erst in der letztgenannten Periode tritt derselbe wieder in den Vordergrund, nun aber ist der Gesichtspunkt ein anderer geworden. Alle Raisonnements der Scholastiker werden in den Formen der Aristotelischen Philosophie gegossen, und ein Verständniss derselben ist ganz unmöglich, wenn man nicht vorher die wichtigsten Denk- und Ausdrucksweisen des Aristoteles begriffen hat (s. oben unter Aristoteles, besonders die Erörterungen über Form und Materie, Actualität und Potentialität). Thomas von Aquino sucht daher nicht, obwol er entschiedener Immaterialist war, wie Augustinus und Mamertus zu zeigen, dass der Seele die materiellen Attribute der Ausdehnung, Quantität u. s. w. fehlen, sondern er ist bestrebt zu beweisen, dass sie im Aristotelischen Sinne die Actualität des Körpers und reine immaterielle Form sei. Um daher die in Thomas von Aquino gipfelnde Entwickelung der Ansichten verfolgen zu können, müssen wir auf Aristoteles zurückgreifen.

Den Gang von Aristoteles bis auf Thomas von Aquino fasst Ueberweg in folgender Weise zusammen: „Aristoteles hat als stofflose und doch individuelle Form (seine höchste Abstraction und Antithese zur Materie) die Gottheit betrachtet, ferner die Sphärengeister und den activen Intellect (νοῦς ποιητικός), welcher der allein unsterbliche Theil der menschlichen Seele sei; doch wird nicht völlig

klar, wie er sich das Verhältniss dieses unsterblichen Nous zur individuellen Seele gedacht habe. Unter den nächsten Nachfolgern des Aristoteles machte sich mehr und mehr die naturalistische Neigung geltend, alle Form als dem Stoffe innewohnend zu denken; auf diesem Princip ruhen die Lehren des Dicäarchus und des Strato. Alexander von Aphrodisias gesteht der Gottheit, aber auch nur dieser, eine transscendente stofflos-individuelle Existenz zu; die menschliche Seele aber lässt er nach ihrer individuellen Existenz durchaus an den Stoff gebunden sein. Die spätern, dem Neuplatonismus zugethanen Exegeten, wie Themistius, vertheidigen die individuelle Selbständigkeit des menschlichen Nous ebensowol wie die der Gottheit, und ihnen schliesst sich besonders Thomas von Aquino an."

Auch Albertus Magnus (1193—1280) verdient in diesem Zusammenhange wegen seines Einflusses auf die Anschauungen seines Schülers Thomas erwähnt zu werden. Er sagt, der active Intellect ist ein Theil der Seele, das Form und Individualität gebende Princip in jedem Menschen. In diesem Princip sind auch die von Aristoteles als ernährende und empfindende bezeichneten Kräfte enthalten; daher sind auch diese vom Körper trennbar und unsterblich. Jede menschliche Seele ist vermöge ihrer Gemeinschaft mit Gott unsterblich.

Thomas von Aquino (1225—74) repräsentirt die höchste Stufe in der Entwickelung der scholastischen Philosophie. Man findet seine Ansichten über die Natur der Seele in mehrern seiner zahlreichen philosophischen und theologischen Werke, kann sie sich jedoch am bequemsten aus dem ersten Theile seiner „Summa Theologiae“ zusammenstellen, wo die betreffenden Punkte vollständig und systematisch behandelt sind. Der folgende Auszug enthält nur diejenigen Anschauungen über die Seele, die für unsern Gegenstand von Bedeutung sind.

Er behauptet, die Seele sei nicht materiell, sondern die primäre Quelle des Lebens in allen lebenden Wesen. Während nun der Körper zwar eine secundäre Quelle von Lebensthätigkeit sein könne, wie das Auge z. B. die Quelle des Sehens sei, wäre der Körper als solcher nicht lebend oder eine Quelle des Lebens. Er muss dieses Vermögen als Körper von einer besondern Art haben (per hoc quod est tale corpus), und die Quelle, aus der ein jedes Ding seinen Charakter erhält, ist die Actualität. „Die Seele also, welche die primäre Quelle des Lebens ist, ist kein Körper, sondern die Actualität des Körpers, ebenso wie die Wärme, welche die Quelle ist, von der aus die Körper warm werden, kein Körper, sondern eine Art von Actualität des Körpers ist.“ („Summa Theol.“ I, 75. 1.)

Die Seele des Menschen ist eine selbständige

Substanz. Denn durch den Verstand erkennt der Mensch die Natur aller Arten von Körpern. Dies könnte nicht der Fall sein, wenn der Verstand Materie wäre, da das Erkennen nichts von der Natur des Erkannten in sich enthalten darf, und ebenso wenig dann, wenn er mit Hülfe des Körpers zur Erkenntniss gelangte, weil die bestimmte Natur des Mediums ihn hindern würde, alle Arten von Körpern zu erkennen, gerade wie ein krankes Auge die Bilder verzerrt oder die Farbe eines Gefässes die Farbe einer darin enthaltenen Flüssigkeit verändert. Das intellectuelle Princip wirkt daher für sich allein ohne Zusammenhang mit dem Körper, und da nun nur eine Substanz so für sich allein wirken kann, so ist die Seele eine selbständige Substanz. Dies gilt jedoch nicht von den Thierseelen; denn die empfindende Seele kann nicht für sich allein wirken, sondern verlangt die Mitwirkung des Körpers.

Thomas erklärt, wie schon gesagt, die Seele für reine Form gänzlich ohne Materie. Was speciell den Verstand betrifft, so könnte derselbe sonst das Wesen der Dinge nicht erkennen. Die Materie ist das Princip der Individualität und würde den Verstand verhindern, das Universale zu erkennen, gerade wie die empfindenden Kräfte, welche mit Hülfe körperlicher Organe in Wirksamkeit treten, nur individuelle Dinge wahrnehmen.

Während Thomas sich gegen die platonische Präexistenzlehre erklärt, behauptet er die Unsterb-

lichkeit der Seele; diese folge schon aus ihrer Immaterialität. Sie kann durch nichts ausser ihr Befindliches zerstört werden; denn da man annehmen muss, dass Anfang und Ende der Existenz in ähnlicher Weise zu Stande kommen, so kann alles, was ein selbständiges Sein besitzt, nur durch sich selbst zu Grunde gehen. Die Seele kann aber auch auf diese Weise nicht zu Grunde gehen; denn weil die Form Actualität ist (s. oben bei Aristoteles), so kommt ihr ihrer Natur nach Existenz zu. „Die Materie geht zu Grunde, wenn sie von ihrer Form getrennt wird; es ist aber unmöglich, dass die Form von sich selbst getrennt werden könnte; deshalb ist es unmöglich, dass eine bestehende Form zu sein aufhörte.“ Aehnlich denkt Augustin, und die letzte Hälfte dieses Arguments ist dem des Plato im „Phaedon“ analog, dass von der Seele ihrem Begriffe nach das Leben untrennbar sei. Ferner, sagt Thomas, indem er hiermit das aus dem Verlangen der Seele nach Unsterblichkeit gezogene Argument verbindet, jedes Ding verlangt von Natur Existenz nach seiner Weise, und bei Dingen, welche die Fähigkeit des Erkennens besitzen, folgt das Verlangen dem Erkennen. Während nun die Sinne die Existenz nur in den Schranken von Raum und Zeit erkennen können (cognoscit esse sub hic et nunc), erfasst der Verstand dieselbe absolut und mit Bezug auf alle Zeit. Daher verlangen mit Verstand begabte Wesen, immer zu existiren, und ein natürliches

Verlangen kann nicht umsonst bestehen.“ („Summa Theol.“, I, 75. 6.)

So viel über das Wesen der Seele. Eine besondere Erörterung widmet er der Vereinigung von Seele und Körper. Er stellt sich die Frage, ob das intellectuelle Princip sich zu dem Körper wie dessen Form verhalte. Er denkt, alles was ein Ding in Actualität bringt, ist Form, und das Princip, das dem Körper Leben verleiht, ist die Seele, von der er Wachsthum, Gefühl, Bewegung und auch Verstand erhält. Wenn der Verstand nicht so in der innigen Beziehung zum Körper steht, wie die Form zur Materie, dann kann man nicht begreifen, wie man die Handlungen desselben dem Menschen als seine eigenen zuschreiben kann. Der platonischen Lehre, das die Seele sich zum Körper nur wie dessen bewegendes Princip verhalte, widerspricht er aufs Entschiedenste. Dazu fügt dann Thomas noch hinzu, je höher eine Form sei, desto weniger sei sie mit Materie untermischt und desto mehr übertreffe sie in ihren Leistungen die Materie. Und da die menschliche Seele die edelste aller Formen sei, so habe ein Theil ihrer Leistungen keine Beziehung zur Materie, nämlich die des Verstandes.

Im Anschluss an seinen Lehrer Albertus erklärt Thomas, die ernährenden, empfindenden und intellectuellen Vermögen würden von einer und derselben Seele geleistet. Sonst, argumentirt er, könne der Mensch nicht wirklich einer sein, denn die

Einheit jedes Gegenstandes komme von derselben Form, die ihm Existenz verleihe. Ausserdem gehe ihre Identität klar daraus hervor, dass jede intensiv ausgeführte Thätigkeit der Seele jede andere verhindere. So schliesse in Wirklichkeit die höhere Form die niedere in sich — die empfindende und die ernährende Seele des Aristoteles. (Diese Anschauung hat auf dem Concil zu Vienne 1311 dogmatische Geltung erlangt.)

Thomas schliesst sich auch der zuerst von Plotinus aufgestellten Ansicht an, dass die ganze Seele im ganzen Körper und in jedem Theile desselben gegenwärtig sei. Aber er unterscheidet in sehr charakteristischer Weise drei Arten von Totalität. Die Seele ist nicht in quantitativem Sinne in jedem Theile als ein Ganzes zugegen, auch nicht in der Gesammtheit ihrer Kräfte. Man soll diese Gegenwart als ein Ganzes in jedem Theile vielmehr als eine Gegenwart ihrer ganzen Natur und Wesenheit betrachten.

Was die Kräfte der Seele betrifft, so ist Thomas der Ansicht, nicht alle blieben erhalten, wenn die Seele sich vom Körper trennt. Einige Kräfte sind mit der Seele allein verbunden, so der Verstand und der Wille, und diese bleiben in dem unkörperlichen Zustande. Andere sind an den Körper gebunden, so die empfindenden und ernährenden Theile, und diese verschwinden ihren actuellen Leistungen nach, wenn ihre körperlichen Organe zu Grunde gehen, obwol sie potentiell in der Seele

verbleiben. Der Verstand wird, nach Aristoteles' Vorgang in activen, erkennenden oder reproducirenden (Intellectus agens) und in passiven oder receptiven (Intellectus patiens) getheilt. Ein activer Intellect ist nöthig, damit die mit Materie untermischten Formen materieller Dinge in ihrer Actualität erkannt werden können. Dieser active Intellect gehört der Seele an; denn obwol wir (nach Plato's Auffassung) noch einen besondern höhern Intellect annehmen können, von dem der des Menschen einen Theil bildet — und diesen gibt Thomas in gewissem Sinne zu, indem er die Gottheit zu einem Intellect der Art macht — so müssen wir doch annehmen, dass diese Theilnahme dem Menschen das Vermögen gibt, das Allgemeine von dem Besondern zu unterscheiden, und damit gestehen wir die Wirksamkeit eines activen Intellects in der Seele zu.

Die folgende Tabelle zeigt uns den Uebergang von Aristoteles zu Thomas. Die ausgezogenen Linien mögen die materielle, die unterbrochenen die immaterielle Substanz bedeuten. Aristoteles' Schema gestaltet sich folgendermassen:

A. *Pflanzenseelen.*

———— Ohne Bewusstsein.

B. *Thierseelen.*

————

. . . . . Körper und Geist untrennbar.

C. *Menschliche Seele — Nous — Verstand.*

I. Passiver Verstand.

————

. . . . . Körper und Geist untrennbar.

II. Activer Verstand — Erkennung der höchsten Principien; . . . . . Reine Form; frei von Materie, die Himmelssubstanz; unsterblich.

Vergleichen wir damit Thomas von Aquino: —

A. *Vegetabile oder ernährende Seele.*
. . . . . Enthält einen immateriellen Theil, aber unbewusst.

B. *Thierseele.*
. . . . . Hat einen immateriellen Theil, mit Bewusstsein.

C. *Verstand.*
. . . . . Rein immateriell.

Duns Scotus (am Ende des dreizehnten Jahrhunderts) ging von der extremen Stellung des Thomas von Aquino wieder etwas zurück. Er betrachtete Gott als absolut reine Form; alle geschaffenen Wesen dagegen einschliesslich Engel und die Seele sind aus Form und Materie zusammengesetzt. Die Materie der Seele ist jedoch von der, welche die Körper bildet, sehr verschieden; sie ist ein geschaffenes Etwas, die Grundlage aller endlichen Existenz, einschliesslich der körperlichen Materie selbst.

Aber dieser Protest blieb ohne Wirkung. Thomas von Aquino hatte triumphirt; die äusserste Grenze der Abstraction in der Richtung des Dualismus war erreicht.

Wir kommen nun zur neuern Zeit und haben hier Descartes als den Philosophen des Immateria-

lismus par excellence zu nennen (das Wort Geistigkeit gebraucht er nicht). Doch ist es sehr wahrscheinlich, dass Johannes Calvin, der schon ein Jahrhundert früher lebte, einen beträchtlichen Antheil daran hat, dass dies der Glaube der religiösen Orthodoxie geworden.

Calvin schloss sich im wesentlichen an Thomas von Aquino an. Seine Ansichten finden sich in seiner „Institutio“ und in einer kurzen Abhandlung „Ueber den Schlaf der Seele“, in welcher er sich gegen die Lehre wendet, die Seele sei in der Zeit vom Tode bis zur Auferstehung bewusstlos, eine Meinung, zu der einige der Reformatoren in ihrer Opposition gegen das Fegfeuer neigten. Wir folgen Calvin's Phraseologie in der „Institutio“. Die Seele ist ein unsterbliches Wesen, der edlere Theil des Menschen; sie ist eine Schöpfung aus Nichts, keine Emanation; sie ist Wesen ohne Bewegung, nicht Bewegung ohne Wesen. Ihr Vermögen, gut und böse zu unterscheiden, die Schnelligkeit und der Umfang ihrer Fähigkeiten (die in solchem Gegensatz zu den Thieren stehen), das Vermögen sich den unsichtbaren Gott vorzustellen — alles sind Beweise, dass sie unkörperlich ist, unverträglich mit dem Körper. Und ferner über den schwierigen Zusammenhang mit dem Raume: die Seele ist nicht eigentlich durch den Raum beschränkt; dennoch lebt sie in dem Körper wie in einer Wohnung, belebt seine Theile und befähigt seine Organe zu ihren Leistungen. Der gewich-

tigste Punkt in Calvin's Raisonnement ist aber immer noch das Argument des „point d'honneur".

Und nun zu Descartes. Man hat ihn häufig den Vater der modernen Philosophie genannt, solches Gewicht hat er auf den fundamentalen unverwischbaren Unterschied zwischen Materie und Geist gelegt. Die Materie, deren Wesen Ausdehnung ist, wird von den Sinnen erkannt und so von dem physischen Beobachter studirt; den Geist aber, dessen Wesen das Denken ist, können wir nur durch Selbstbewusstsein, das Organ oder die Fähigkeit des metaphysischen Beobachters, erkennen. Von ihm rührt die Unterscheidung zwischen dem geistigen und dem physischen Element in den Sinneswahrnehmungen her: das Gefühl, das wir Wärme nennen, ist Eins, die physische Eigenschaft des Feuers etwas ganz anderes. Er stellte es als ein Cardinalprincip auf, dass nichts durch die Einbildungskraft Erdenkbares irgendwie Licht auf die Gedankenthätigkeit werfen könne, womit er eigentlich nur aussprach, dass die Gefühle und Gedanken des Geistes etwas anderes als ein Baum, ein Feld, ein Fluss oder ein Palast oder sonst irgendetwas in der ausgedehnten Welt seien. Ferner tritt er für die Immaterialität des geistigen Aggregats oder des denkenden Princips ein.

Auch an einer Theorie der physischen Begleiter des immateriellen Princips fehlte es Descartes nicht. Er wies der Seele ein bestimmtes Centrum oder

einen Sitz im Gehirn an, nämlich den kleinen als Zirbeldrüse bekannten Körper an der Basis. Er erklärte sich die Wirksamkeit des Gehirns durch das Einströmen animalischer Geister in die Nerven; damit aber war der Einfluss dieser animalischen Geister auf die Aeusserungen unsers animalischen Lebens beschränkt und stand nicht mit dem denkenden Princinp oder der eigentlichen Seele in Verbindung. Bekanntlich sprach er den Thieren eine Seele ab und betrachtete sie als Automaten oder Maschinen. Im fünften Kapitel seiner „Abhandlung über die Methode" erörtert er eingehend, was er über die unüberschreitbaren Unterschiede zwischen Mensch und Thier hält.

Für seine klare Auffassung des Unterschiedes zwischen Materie und Geist verdient Descartes alles Lob; damit hat er wirklich eine Thatsache ausgesprochen. Die daran geknüpfte Lehre von einer immateriellen Substanz ist eine Hypothese, für welche, selbst wenn Argumente genügen würden, sie verständlich und haltbar zu machen, seine Argumente auffallend unzutreffend wären. Er weist auf den oft wiederholten Unterschied zwischen der Theilbarkeit der Materie und der Untheilbarkeit des Geistes hin; aber wenn dies auch wol dem Bischof Butler imponiren konnte, so wurde es von den Materialisten wie Spinnengewebe in Fetzen geblasen. Es ist zwar wahr, ein Klumpen Messing ist theilbar; aber man mache eine Uhr daraus und man wird sich bald überzeugen, dass man es

nicht mehr in zwei Theile spalten kann, ohne es als Uhr zu zerstören. Man kann ebenso wenig das Gehirn eines Menschen in zwei leistungsfähige Gehirne zerschneiden, wie man seinen Verstand in zwei zerlegen kann.

Der Hauptnebenbuhler des Descartes in seiner Zeit war Hobbes, für den jede Substanz ein Körper oder eine Materie und nichts weiter war. Geist bedeutete nur eine subtile unsichtbare Flüssigkeit oder Aether (auf dessen Existenz er jedoch in seiner Philosophie keine Rücksicht nahm), oder aber er war ein Gespenst oder ein blosses Phantom der Einbildung. Wir müssen jetzt weiter zu dem Stand der Frage im achtzehnten Jahrhundert schreiten.

Locke's Anspielungen auf diesen Gegenstand sind durch seinen gewohnten Scharfsinn und Besonnenheit charakterisirt. Er sieht nicht ein, warum wir irgendwie an der immateriellen Natur der Seele festzuhalten brauchen, da nach allem, was wir wissen, die Allmacht ebenso leicht die Fähigkeit zu denken an die Materie direct hätte knüpfen können wie an eine immaterielle Substanz, die ihrerseits wieder an die Materie geknüpft ist. Seine eigenen Worte lauten: „Wer sich ganz frei der Betrachtung hingibt und auf den dunkeln innersten Grund jeder Hypothese blickt, wird seine Vernunft kaum im Stande finden, ihn mit Sicher-

heit für oder gegen die Materialität der Seele zu bestimmen."

Gegen Ende der Laufbahn Locke's beginnt der grosse materialistische Feldzug des letzten Jahrhunderts, der in Priestley gipfelt. Vor Priestley waren die wichtigsten Namen auf seiner Seite (der materialistischen) Toland und Collins, während Samuel Clarke, ein Führer der Gegenpartei, besonders den Materialismus des jetzt vergessenen Dodwell angriff. Priestley hatte mit Price zu kämpfen, den er immer mit Achtung behandelte, ferner mit Baxter, einem extremen Spiritualisten, jetzt ein Schatten. Bischof Butler zog in seiner „Analogy" für den Spiritualismus zu Felde, hat jedoch zu der Vertheidigung nichts Neues beigetragen. Es wird genügen, wenn wir einen Blick auf das Stadium des Streites in England zur Zeit Priestley's werfen; vorher wollen wir jedoch noch de Lamettrie und die Materialisten des Continents, die der ersten Hälfte des Jahrhunderts angehören, abhandeln.

De Lamettrie ist allen Lesern Carlyle's als einer der muntern Genossen Friedrich's des Grossen in der ersten Zeit seiner Regierung bekannt. Er war ein Bonvivant, ein Feinschmecker und ein Witzling so gut wie ein Philosoph, und sein tragisches Ende hat gewiss oft als Moral gegen eine zu grosse Liebhaberei für gutes Essen herhalten müssen. Seine Bücher „L'homme machine" und

„L'homme plante“ sind mit grosser Lebhaftigkeit und Gewandtheit geschrieben und wohl geeignet, einen Eindruck auf die skeptischern unter seinen Zeitgenossen zu machen. Sie bestehen wesentlich aus zahlreichen Beispielen von dem Einflusse physischer Verhältnisse, z. B. der Nahrung, gewisser Reizmittel u. dgl. auf die Gefühle. „Welch ungeheuere Macht hat eine Mahlzeit! Freude erwacht von neuem in einem betrübten Herzen; sie breitet sich über alle Gäste aus, und diese geben ihr in liebenswürdiger Unterhaltung und Musik Ausdruck.“ Ferner: „Rohes Fleisch verleiht den Thieren Wildheit und würde es den Menschen ebenso thun. Dies ist so wahr, dass die Engländer, welche ihr Fleisch nur halb gar essen, mehr oder minder an dieser Wildheit theilzuhaben scheinen, wie man an ihrem Stolz, ihrem Hass, ihrer Verachtung anderer Nationen sieht.“ „Der Mensch ist nach und nach gebändigt und erzogen worden wie andere Thiere.... Was wir sind, sind wir an erster Stelle durch unsere Organisation, an zweiter durch Erziehung.... Der Mensch ist aus einem Material geschaffen, welches an Werth nicht höher steht als das anderer Thiere; die Natur hat eine und dieselbe Taste benutzt — sie hat nur mit dem Ferment gewechselt, als sie ihn verfertigte.... Wir können den Körper eine aufgeklärte Maschine nennen.... Er ist eine Uhr und der frische aus der Nahrung bereitete Chylus ist die Feder.“ Auf die Frage, ob die Materie

eine inhärirende Thätigkeit besitze, geht er nur obenhin ein, führt jedoch Beispiele dafür an; doch werden wir bessere Argumente dafür bei Priestley finden. Er will sich über die Existenz einer Gottheit nicht entscheiden, da die Argumente für und gegen dieselbe sich in seinen Augen fast das Gleichgewicht halten, und ebenso unsicher ist er rücksichtlich der Unsterblichkeit; er hält aber den Materialismus für das Verständlichste, indem er sich mit einer Substanz begnüge; derselbe sei am bequemsten anzunehmen und am meisten danach angethan, das allgemeine Wohlwollen zu erhöhen.

Eine ähnliche Argumentation, aber mit weniger Witz und in logischerer Verkettung findet sich in dem „Système de la Nature" des Barons von Holbach; aber wir brauchen damit unsern Raum nicht zu füllen.

Joseph Priestley hat nicht nur zahlreiche tüchtige Werke über Theologie, Philosophie, Geschichte und viele andere Gegenstände geschrieben, sondern er war auch ein ausgezeichneter Vertreter der experimentellen Naturwissenschaft, wie seine allbekannten Entdeckungen bezeugen. Er eröffnete sein Werk über den „Materialismus" mit einer Berufung auf die eigentliche Logik des achtzehnten Jahrhunderts — nicht auf die Logik des Aristoteles oder gar Bacon's, sondern auf die Logik Newton's: denn Newton war ein Logiker in Wort

und That; seine vier Regeln fürs Philosophiren standen nicht nur am Anfang jedes Werks über theoretische Naturwissenschaft, sondern wurden von wissenschaftlichen Forschern ans Herz gelegt und ausgeführt. Priestley war infolge seiner wissenschaftlichen Studien ganz der Mann, um die unklare und unrichtige Vorstellung zu bekämpfen, die als Argument für den Spiritualismus herbeigezogen wurde, dass die Materie eine solide, undurchdringliche, träge, gänzlich passive und gegen Ruhe und Bewegung indifferente Substanz sei, auf die nur eine ausserhalb derselben befindliche Kraft einwirken könne. Im Gegensatz zu dieser Ansicht zeigt er, dass die Materie ihrem Wesen nach mit activen Eigenschaften, mit Anziehungs- und Abstossungskräften begabt sei; sogar ihre Undurchdringlichkeit sei durch Abstossungskräfte bedingt. Er ist in der That geneigt, die Boscovich'sche Theorie anzunehmen, wonach die Materie nichts als ein Aggregat von Kraftcentren, von Punkten gegenseitiger Anziehung und Abstossung sei. Nahm man einmal für die Materie eine ihr inhärirende Thätigkeit in Anspruch, warum sollte sie dann nicht im Stande sein, die besondere Thätigkeit des Denkens zu erfüllen, wo man doch sieht, dass Sinnesempfindung und Wahrnehmung niemals anders als in einem System organisirter Materie vorkommen? Nach einer Hauptregel der Newton'schen Logik, nie ohne Noth mehr als eine Ursache anzunehmen, sollten wir uns mit einer

Substanz begnügen, bis es bewiesen ist, was bisjetzt noch nicht bewiesen werden kann, dass die Eigenschaften des Geistes mit den Eigenschaften der Materie unvereinbar sind. Bei der Entwickelung dieses Arguments gibt Priestley einen fein durchdachten Ueberblick über die auf den Parallelismus von Geist und Körper bezüglichen Thatsachen und weist die Lehre, wonach der Körper die Ausübung unserer Kräfte verhindere, geschickt mit der Bemerkung zurück, nach dieser Theorie müssten unsere Geisteskräfte beständig sich um so mehr steigern, je näher wir der Auflösung kommen. Er weist auf die Schwierigkeit hin, dass eine immaterielle und ausdehnungslose Substanz mit der Materie in räumlicher Beziehung vereinigt und mechanisch auf die Materie wirken solle — Punkte, die in der That niemals zur Befriedigung der Immaterialisten selbst erklärt worden sind. Wie schon die Kirchenväter oft gesagt haben, kann kein wechselseitiger Einfluss stattfinden, wo keine gemeinsamen Eigenschaften sind. Besonders unwillig ist er über den Misbrauch, Absurditäten mit dem ehrwürdigen Namen „Mysterium“ zu bedecken. Er würde ohne Zweifel aus Newton's Regel gegen die Vermehrung der Ursachen ein Verbot gegen die unnöthige Vermehrung der Mysterien gemacht haben. Und im allgemeinen wird die Menge wie früher die Alten und die ersten Kirchenväter nicht im Stande sein, den Unterschied zwischen einer geistigen Substanz und

gar Nichts zu begreifen. Dann wendet er sich zu der Ansicht der Bibel über die Frage und versucht zu beweisen, dass die Sprache des Alten Testaments nur eine einzige Substanz mit geistigen Eigenschaften kenne; dass diese Ansicht auch am besten zum Neuen Testament stimme, und dass die Lehre von einer gesonderten Seele das ganze System des Christenthums über den Haufen werfe. Natürlich will er auch nichts von einem Zwischenzustande zwischen dem Tode und der Auferstehung wissen, und ebenso wenig davon, dass ein solcher Zustand getrennt vom Körper irgendetwas mit der Unsterblichkeit der Seele zu schaffen habe, eine Lehre, für welche er sich ausschliesslich auf das Zeugniss der Bibel für die Auferstehung stützt.

Das mag eine Uebersicht über die bei weitem tüchtigste Vertheidigung der Lehre von einer einzigen Substanz im vorigen Jahrhundert geben. Sie wurde der Glaube sehr vieler am Ende jenes und am Anfang dieses Jahrhunderts. Der berühmte Robert Hall war viele Jahre ein Materialist im Sinne Priestley's, und dass er aufgehört, es zu sein, kann kaum als eine Widerlegung der Lehre gelten. Sagt er doch von sich selbst, „er habe seinen Materialismus in seines Vaters Grabe begraben".

Wir kommen nun zu unserm jetzigen Jahrhundert und können hier als einen Hauptvertreter der Metaphysiker Dugald Stewart nennen. Er verwirft den Materialismus: aber wenn wir zu-

sehen, was er darunter versteht, so finden wir, dass er eigentlich das Zusammenwerfen von Geist und Materie unter eine gemeinsame Erscheinung oder unter eine Klasse von Eigenschaften — die materiellen — meint; so in einem unbedachten Satze Hume's: „die kleine Hirnbewegung, die wir Denken nennen"; denn obwol eine Gehirnthätigkeit das Denken begleitet, so ist sie doch nicht das Denken selbst.* Stewart sagt: „obwol wir die stärksten Beweise haben, dass ein von der Materie wesentlich verschiedenes denkendes und empfindendes Princip in uns ist, so haben wir doch keinen directen Beweis von der Möglichkeit, dass dies Princip seine verschiedenen Kräfte in

* Es kommt nicht oft vor, dass moderne Schriftsteller den Materialismus mit einer Substanz oder den doppelten Materialismus vertreten; höchstens durch Unvorsichtigkeit im Gebrauch der Sprache. Robert Hooke (citirt von Dr. Reid, „Intellectual Powers", Essay II, chap. IX) hat eine materialistische Richtung ähnlich der mancher Philosophen im Alterthum. In seinen Vorlesungen über das Licht lässt er die Ideen materielle Substanzen sein, und meint, das Gehirn sei mit einer eigenen Art von Materie versehen, um daraus die Ideen jedes Sinnes zu fabriciren. Die Ideen des Gesichtssinnes sind seiner Meinung nach aus einer Art von Materie ähnlich dem bononianischen Steine oder einer Art von Phosphor gebildet.

Ein Materialismus dieser Art geht auch durch Darwin's „Zoonomia", aus der Mill folgende Ausdrücke anführt („Logic", fallacies, chap. III, §. 8): Das Wort Idee „wird als eine Contraction, Bewegung oder Configuration der Fasern, welche das unmittelbare Sinnesorgan bilden, definirt; unsere Ideen sind animalische Bewegungen des Sinnesorgans".

einem vom Körper losgetrennten Zustande ausüben kann. Im Gegentheil ist die Verbindung der beiden, solange sie besteht, offenbar sehr inniger Natur.“ Er führt dann einige der gewichtigsten Thatsachen an, welche die Abhängigkeit des Geistes vom Körper beweisen, und sagt, der Philosoph beschäftige sich mit Recht damit, „die Regeln zu ermitteln, welche ihren Zusammenhang leiten, aber er versucht nicht zu erklären, in welcher Weise sie verbunden seien“.

Der verstorbene Professor Ferrier, der in seinen „Institutes of Metaphysics“ in seiner eigenen Nomenclatur den Contrast oder die Antithese von Geist und Materie dargelegt hat, lässt dem landläufigen Spiritualismus eine etwas verächtliche Behandlung zutheil werden. Wir citiren seine Worte:

„Vergebens gründet der Spiritualist ein Argument für eine getrennte immaterielle Substanz auf die angebliche Unvereinbarkeit, dass die intellectuellen und die physischen Erscheinungen einem gemeinsamen Substrat zugleich innewohnen sollen. Der Materialismus kann sehr wohl dem Angriff jener ungeladenen Kanonen standhalten. Dieser gelinde Kunstgriff kann schwerlich erwarten, als eine ernsthafte Beobachtung behandelt zu werden. Man kann unmöglich meinen, dass solch eine Hypothese im Ernst richtig sei. Wer soll der Natur dictiren, welche Erscheinungen, oder welche

Eigenschaften welchen Substanzen innewohnen sollen; welche Wirkungen auf welche Ursachen folgen sollen? Die Materie steht schon lange als eine anerkannte Wesenheit da — das geben beide Parteien zu. Der Geist aber als eine selbständige Wesenheit gedacht steht noch nicht so unverkennbar im Felde! Da man nun die Wesenheiten nicht ohne Noth vermehren soll, so sind wir nicht berechtigt, eine neue Ursache zu postuliren, solange es möglich ist, die Erscheinungen durch eine schon existirende Ursache zu erklären; und diese Möglichkeit ist bisjetzt noch nicht widerlegt worden."

Hamilton bemerkt, wir könnten den Geist nicht localisiren, ohne ihm die Attribute der Ausdehnung und der Oertlichkeit beizulegen; den Sitz oder die Localität nur zu einem Punkte zu machen, vergrössere nur die Schwierigkeit. Wir hätten kein Recht, ihn auf diesen oder jenen Theil des Organismus zu beschränken; man könne nicht leugnen, dass der Geist auch an den Fingerspitzen fühle. Die Summe unserer Kenntnisse von dem Zusammenhange des Geistes und des Körpers sei, — dass die geistigen Veränderungen von gewissen körperlichen Bedingungen abhängig seien; aber über die Natur dieser Bedingungen wüssten wir nichts („Lectures on Metaphysics", II, 127.)

Man kann darauf Hamilton erwidern, in einem Sinne der Worte sei es zwar richtig, zu sagen,

wir wüssten nichts von den körperlichen Bedingungen des Geistes, nämlich, dass sie generisch von dem Geiste selbst verschieden sein, dass sie nicht in Geist, und der Geist nicht in sie aufgelöst werden könne. In einer andern Bedeutung wissen wir dagegen über diese materiellen Bedingungen eine ansehnliche Menge und werden eines Tags alles wissen, was darüber überhaupt zu wissen ist. Etwas hat man in der That schon von dem ersten Anfang der menschlichen Beobachtung an gewusst.

Es ist gewiss richtig, wie Hamilton bemerkt, dass man in Widersprüche und Absurditäten gerathe, wolle man den Geist localisiren. Wir können dem jedoch vorbeugen, indem wir unsere Phraseologie der eigenthümlichen Natur der Dinge anpassen; wenn wir vom Geiste reden, müssen wir die Sprache der Ausdehnung und Oertlichkeit vermeiden.

Mansel („Prolegomena Logica", p. 138) bemerkt: „Bis auf den heutigen Tag sind wir im Unklaren darüber, wie Materie und Geist aufeinander einwirken. Wir wissen nicht wie die materiellen Brechungen im Auge mit der geistigen Empfindung des Sehens zusammenhängen, oder wie die Entscheidung des Willens die Bewegung der Muskeln zu Stande bringen kann." Dem liegt die falsche Vorstellung zu Grunde, dass Kraft oder Wirksamkeit dem Geiste in abstracto zukomme.

Nehmen wir die Verbindung von Geist und Materie hin, so brauchen wir nicht hoffnungslos zu sein, wenn wir eine Erklärung ihrer wechselseitigen Beeinflussung suchen. Die Verbindung selbst ist zwar eine unerklärbare, weil eben letzte Thatsache; dafür ist keine Erklärung zulässig oder von Bedeutung, nur die möglichst weitgehende Verallgemeinerung.

Ferner sagt Mansel: „Wir können die Erscheinungen der Materie und des Geistes auf verschiedene Weise untersuchen, wie wir die Beschaffenheit der Erde und den Bau des Himmels in verschiedener Weise untersuchen können; wir suchen die Grenze, wo sie zusammentreten, wie das Kind nach dem Horizont jagt, nur um zu entdecken, dass sie immer weiter flieht, je mehr wir sie verfolgen.“ Der Fehler liegt darin, dass er überhaupt eine Grenze sucht. Wir suchen nach einer Grenze zwischen zwei Kirchspielen, zwischen Staaten, zwischen benachbarten Geweben des thierischen Körpers; aber zwischen dem ausgedehnten Körper und dem ausdehnungslosen Geist ist das Suchen nach einer Grenze unstatthaft und sinnlos.

Ich wende mich nun zu der letzten Phase dieser ereignissreichen Geschichte.

In den letzten zwanzig Jahren ist in Deutschland eine Bewegung zu Gunsten des Materialismus entstanden, theils eine Reaction gegen die lange herrschende hochfliegende Philosophie, theils

eine Anwendung der Naturwissenschaft dieses Jahrhunderts auf den Geist, wie Priestley seinerzeit die Naturwissenschaft des vergangenen Jahrhunderts darauf anwandte.

Es ist jedoch zu bemerken, dass der Spiritualismus in der Form des Dualismus niemals die philosophische Ueberzeugung in Deutschland gewesen ist. Kant, der den Materialismus und den Idealismus in gleicher Weise lächerlich machte, schrieb dennoch der Materie keine reale Existenz neben einem selbständigen geistigen Princip zu. Fichte und Hegel hatten, überwältigt von der Idee der Einheit, eine Auswahl zu treffen und wurden, indem sie sich vornehmlich an die veredelte geistige Seite hielten, Pantheisten einer idealistischen Schule, indem sie alles Sein in Geist oder Ideen auflösten. Man wurde in der Regel, wenn man Kant's kritischer Richtung überdrüssig geworden, entweder Materialist oder Idealist, keiner aber glaubte an zwei Substanzen.

Für die jüngste materialistische Bewegung brachen zuerst Gelehrte Bahn. Männer wie Müller, Wagner, Liebig und Du Bois-Reymond sprachen sich aufs nachdrücklichste für die Wiederanerkennung der Kräfte der Materie aus. Aber der ausgesprochene, durchgreifende Materialismus beginnt erst mit Moleschott, der im Jahre 1852 seinen „Kreislauf des Lebens", eine Reihe von Briefen an Liebig, veröffentlichte. Im Jahre 1854 betrat Vogt das Schlachtfeld mit einem Angriff

auf den grossen Physiologen Wagner, der gesagt hatte, dass, obwol nichts in der Physiologie auf eine getrennte Seele hinweise, die moralischen Verhältnisse des Menschen deren Annahme verlangten. In einer Reihe späterer Schriften hat Vogt die Abhängigkeit des Geistes vom Körper in extremer Weise und in einer unnöthig beleidigenden Sprache geltend gemacht. Der dritte und populärste Verfechter dieser Ansichten ist Büchner, in seinem Buche „Kraft und Stoff", das zuerst im Jahre 1856 erschien, verschiedene Auflagen erlebt hat und auch ins Englische übersetzt worden ist.

Ich brauche mich über die Ansichten dieser Schriftsteller nicht weitläufig zu verbreiten. Ihre Erörterungen drehen sich zum Theil um die sich immer mehr häufenden physiologischen und andern Beweise für die Abhängigkeit des Geistes vom Körper, zum Theil um die neuern Anschauungen über Materie und Kraft, die man in dem grossen als Wechselwirkung und Erhaltung der Kraft bekannten Lehrsatz kennt. Dies Princip setzt sie in den Stand, Priestley in der zwingenden Gewalt ihrer Argumente für die wesentliche und inhärirende Thätigkeit der Materie, indem alle Kraft factisch in der Materie verkörpert ist, zu übertreffen. Ihr Lieblingsthema ist: „keine Materie ohne Kraft und keine Kraft ohne Materie." Die Vorstellung eines ruhenden leidensunfähigen Klumpens, Materie genannt, der von aussen unter den Einfluss von Kräften gelangt, die ihm nur äusserlich

anhaften, scheint ihnen heutigentags unhaltbarer als je. Werden nicht die Bewegungen der Planeten durch die inhärirende Kraft der Materie erhalten? Und ausser den beiden Haupteigenschaften Trägheit und Schwere hat jeder Theil der Materie eine gewisse Temperatur, die, wie man glaubt, in innern Bewegungen der Atome besteht und im Stande ist, auf jede in seine Nähe kommende Materie, die sich etwa in niedrigerer Temperatur befindet, Kraft auszuüben. Dann fragen sie mit Priestley und Ferrier: „Wozu ein neues Sein einführen, oder vielmehr ein Nichtsein, ehe wir sehen, was diese mannichfaltigen Thätigkeiten der Materie leisten können?“ Und dem spiritualistischen Argument von der Identität des Geistes und dem beständigen Wechsel des Körpers halten sie die leicht einleuchtende Bemerkung entgegen, dass auch der Körper seine Identität habe in dem Typus oder der Form, wenn auch die denselben bildenden Molecule sich ändern und ihren Ort wechseln können.

Man darf übrigens nicht meinen, dass diese Schriftsteller in Deutschland die Herrschaft besitzen, oder dass ihre Sprache immer metaphysisch behutsam ist. Da sie jedoch verständliche Bücher geschrieben haben, die leicht an eine greifbare und bestimmte Klasse von Thatsachen appelliren, so haben sie viele Leser gefunden, und ihre Vorstellungen oder die wissenschaftlichen Thatsachen, auf welche diese sich gründen, modificiren sogar